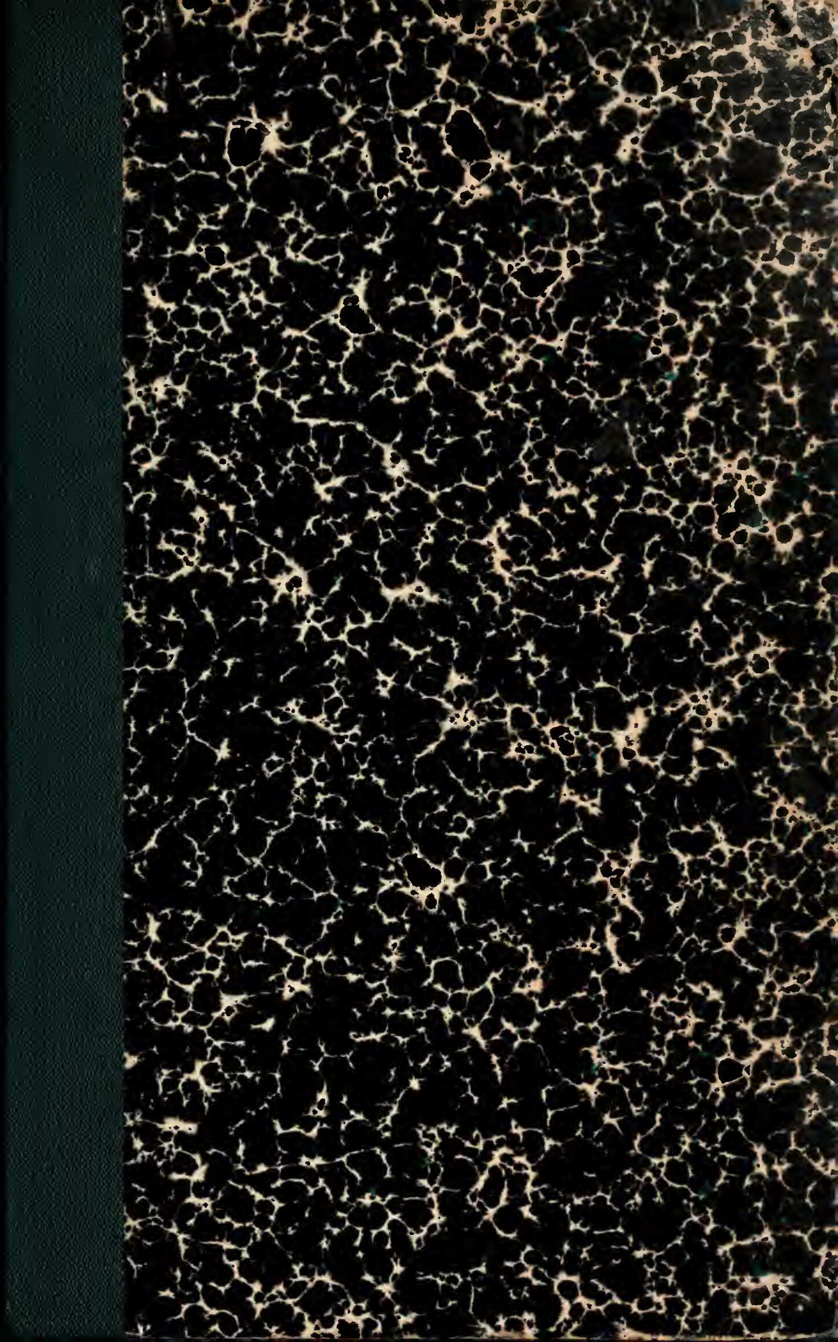
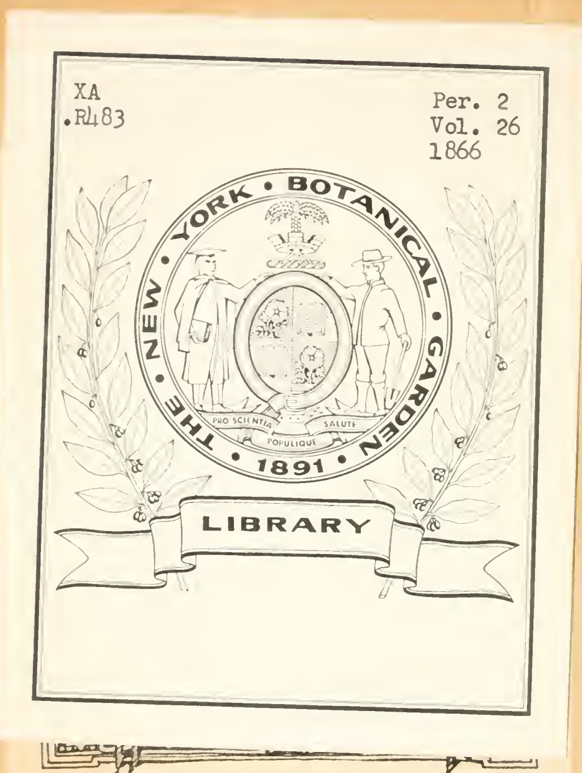




XA
.R483
Per. 2
Vol. 26
1866
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
1891
LIBRARY

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME VINGT-SIXIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE L'HÔTEL-DE-VILLE, 6

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL

NEUCHATEL
DELACHAUX ET SANDOZ

1866

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR

LES MAMMIFÈRES

QUI ONT HABITÉ LA GRÈCE

VERS LA FIN DE LA PÉRIODE MIOCÈNE.

M. Albert Gaudry vient de terminer la partie paléontologique de son bel ouvrage intitulé : *Animaux fossiles et Géologie de l'Attique* [1], et dans un résumé final il a abordé diverses questions générales qui nous ont paru mériter l'attention des lecteurs de la *Bibliothèque Universelle.* Nous avons à diverses reprises reproduit dans ce recueil les principales discussions qui ont eu lieu sur l'origine des espèces et sur la succession des êtres organisés ; l'ouvrage de M. Gaudry, en reprenant ces questions dans leurs rapports avec des faits nombreux et bien observés, jette sur toute cette matière une lumière nouvelle, et son analyse nous a paru pouvoir fournir un complément intéressant à nos précédents articles.

Les ossements fossiles qui ont servi de base aux travaux de M. Gaudry ont été recueillis par lui-même à Pikermi, dans l'Attique, au pied du mont Pentélique, et à peu de distance des plaines de Marathon. A la suite d'une mission scientifique en Orient, M. Gaudry passa en Grèce, et là, M. Forth-Rouen, ministre de France à Athènes, lui

[1] Paris, grand in-4°; 15 livraisons, de 1862 à 1866, chez Savy.

fit connaître le gisement de Pikermi dans lequel on venait de trouver quelques ossements fossiles, envoyés depuis lors à Munich et décrits par MM. Wagner et Roth. M. Gaudry put se convaincre que ces précieux débris se trouvaient dans un terrain régulièrement stratifié, et qu'en conséquence on pouvait s'attendre à ce que des excavations sur une vaste échelle permissent de former une belle collection. L'Académie des Sciences de Paris lui confia en 1855 la mission d'entreprendre ces fouilles et lui renouvela ce mandat en 1860.

Les résultats de cette exploration ont dépassé toutes les prévisions, et les galeries du Jardin des plantes de Paris se sont enrichies d'une collection admirable d'ossements fossiles, dont plusieurs ont pu être associés en squelettes complets et dont l'ensemble fournit sur la faune de cette époque des renseignements d'une abondance toute exceptionnelle. Ce sont ces ossements que M. Gaudry a décrits dans l'ouvrage que nous analysons.

Le premier point qui frappe dans l'étude de cette faune est le grand nombre d'animaux gigantesques réunis dans le même pays, nombre qui surpasse tout ce que l'on connaît dans le monde actuel des faunes les plus riches sous ce point de vue. M. Gaudry fait remarquer à ce sujet que l'Attique a dû subir de grands changements dans sa configuration depuis le moment où elle nourrissait cette accumulation d'êtres, jusqu'à l'époque actuelle où elle n'est qu'un lambeau de terre montagneux, long de vingt lieues et large de dix. Nous laissons l'auteur lui-même décrire l'apparence probable du pays et celle de la population zoologique qui l'occupait.

« Il faut croire que les campagnes étaient non-seulement plus vastes, mais aussi plus riches que de nos jours.

Les chaînes de marbre du Pentélique, de l'Hymète, du Laurium ne portent le plus souvent que d'humbles herbes bonnes à nourrir les abeilles; il est probable que dans les anciens temps il y avait, au delà de ces arides montagnes, des vallées d'une végétation luxuriante où de grasses prairies alternaient avec des bois magnifiques, car la fécondité du règne animal fait supposer nécessairement celle du règne végétal.

« Les paysages étaient animés par des mammifères les plus variés : ici des rhinocéros à deux cornes et d'énormes sangliers ; là des singes gambadant parmi les rochers, ou des civettes, des martes et des chats guettant leur proie. Les antres de marbre du Pentélique servaient d'habitation aux hyènes. De même que les couaggas et les zèbres d'Afrique, les hipparions couraient en troupes immenses dans les plaines. Non moins rapides qu'eux et plus élégantes encore, les antilopes composaient également de grandes bandes. Chaque troupeau d'espèce différente se reconnaissait à la forme des cornes; celles des *Palæoreas* se tournaient en spirales; celles des *Antidorcas* se courbaient ainsi que les branches d'une lyre. . . . . L'*Helladotherium* et une girafe voisine de la girafe actuelle dominaient au milieu de ces ruminants. L'édenté aux doigts crochus, que j'ai proposé d'appeler *Ancylotherium,* était aussi une bête imposante; mais le plus majestueux de tous les animaux était le *Dinotherium.* Combien il devait être beau à voir lorsqu'il s'avançait escorté du mastodonte à dents mamelonnées et du mastodonte à dents tapiroïdes. On entendait les rugissements du terrible *Machairodus* à canines en forme de poignard. Bien d'autres espèces accompagnaient celles que je viens d'indiquer. A leurs cris se mêlaient les chants des oiseaux;

dans le concert de tous ces êtres il ne manquait que la voix de l'homme. »

M. Gaudry montre par quelques comparaisons qu'aucune région de la terre n'offre plus un tel spectacle. Le pays qui s'en rapproche le plus est incontestablement l'Afrique ; mais encore dans ce vaste continent on connaît une seule espèce d'éléphant, tandis que la Grèce antique possédait deux mastodontes et le gigantesque dinotherium. A la place de la girafe actuelle d'Afrique, on trouvait en Grèce deux espèces : une girafe et l'*Helladotherium* moins élevé sur jambes, mais plus massif qu'aucun ruminant actuel. On peut dire la même chose de la plupart des autres types terrestres. Quant aux types plus ou moins aquatiques, les hippopotames, les lamantins et les crocodiles, on ne peut rien inférer de ce qu'on n'en ait pas trouvé encore en Grèce[1]. Le gisement de Pikermi est très-restreint et le résultat d'une formation essentiellement terrestre.

Cette richesse de la faune de Pikermi se manifeste encore si on la compare à d'autres gisements d'ossements fossiles. M. Gaudry montre qu'elle a sous le point de vue des grandes espèces une supériorité marquée sur les faunes tertiaires et quaternaires européennes les plus célèbres, telles que celles de Sansan, du Puy en Velay, d'Eppelsheim, etc. Elle cède toutefois le pas à la faune enfouie dans les collines Sewalick, au pied de l'Himalaya,

[1] On peut juger de l'abondance des ossements et de leur entassement par les chiffres suivants. Les fouilles faites par M. Gaudry occupent un espace de trois cents pas de long sur soixante de large. Le nombre des os extraits n'a pas pu être compté, mais parmi les fragments qui ont valu la peine du transport en France, il en a eu 1900 d'hipparions, 700 de rhinocéros, 500 de tragocerus, etc.

qui a été étudiée par MM. Cautley et Falconer. Elle ne paraît pas non plus dépasser par son importance la faune des grands édentés qui a peuplé l'Amérique à l'époque quaternaire.

Il faut remarquer que la faune de Pikermi n'est bien connue que pour ses grandes espèces, et que la *petite* faune ou les espèces de taille petite ou moyenne n'ont pas encore été trouvées. Elles ont été probablement enfouies dans des localités encore inexplorées. Il arrive souvent que les courants d'eau séparent les grands os de ceux qui sont plus légers.

Il est probable, suivant M. Gaudry, que les grands herbivores devaient vivre entre eux en assez bonne intelligence, chaque genre cherchant en général une nourriture spéciale qui ne nuit pas à celle des autres. Les hipparions et les gazelles paissaient l'herbe des prairies. Les girafes et l'helladotherium broutaient les jeunes pousses des arbres. Les rhinocéros n'étaient probablement pas plus délicats que ceux d'aujourd'hui et se contentaient des buissons coriaces des plaines sèches. Les mastodontes devaient manger des fruits, etc.

Nous ne suivrons pas l'auteur dans les comparaisons qu'il a dû faire pour estimer l'âge relatif de la faune de Pikermi. Nous nous bornerons à constater le résultat auquel il est arrivé. Cette faune doit avoir été un peu plus récente que celle de Sansan, et un peu antérieure à la faune pliocène. Elle doit correspondre assez bien à la phase la plus récente de la période miocène.

Ces faits préliminaires étant établis, nous aborderons avec l'auteur quelques questions plus générales et en

particulier celle de la propagation des types et celle des formes intermédiaires.

Les animaux supérieurs ont été en général soumis à des modifications beaucoup plus promptes que les autres. Ainsi on trouve souvent dans deux gisements consécutifs les mammifères différents de l'un à l'autre, tandis que les mollusques restent identiques. Les espèces des mammifères sont plus éphémères et plus mobiles dans leurs caractères.

Pour bien comprendre le mode suivant lequel ces types ont été renouvelés pendant les temps géologiques, il faut tenir compte de deux éléments : leurs modifications sur place et leurs migrations. M. Gaudry a avec raison donné une certaine importance à ce dernier fait que l'on a trop souvent négligé. L'influence des migrations dans certaines limites est incontestable ; nous en avons des exemples trop frappants dans le renne et le bœuf musqué qui ont regagné les régions du nord, dans l'hyène tachetée et l'éléphant qui ont, au contraire, marché vers le sud, et dans des faits nombreux tirés de l'histoire des mollusques, pour qu'il soit nécessaire de démontrer leur action sur les modifications des faunes. Il est évident d'un autre côté qu'il ne faut pas non plus exagérer leur rôle et revenir au temps où on a cru pouvoir y trouver l'explication complète de la distribution des fossiles.

Ainsi dans le cas actuel, la faune si remarquable et si riche de la Grèce antique n'a pas laissé ses traces principales dans la Grèce moderne, où nous chercherions inutilement les descendants de la girafe, des proboscidiens, des grandes antilopes, des rhinocéros, etc., etc. Il est bien plus probable qu'à la suite de modifications atmosphériques cette faune a peu à peu rayonné vers le sud en ten-

dant, au contraire, à diminuer du côté du nord. Elle a ainsi peu à peu passé en Afrique, où l'on retrouve précisément aujourd'hui les types que nous venons de citer. « Ceci porte à penser, dit M. Gaudry, que durant l'époque tertiaire, il y a eu entre l'Europe et l'Afrique une communication qui manque aujourd'hui. » Cette communication peut du reste n'avoir existé que vers la Grèce, car les faunes tertiaires contemporaines du Rhin n'ont point le même caractère africain. Ajoutons que la faune de Pikermi peut bien avoir eu aussi quelques communications avec celle de l'Inde.

La question la plus importante de toutes celles qu'a abordées M. Gaudry, et dont la solution, comme il le dit lui-même, a été son but constant, est la question des *formes intermédiaires*. Ses idées à ce sujet sont déjà connues des paléontologistes par plusieurs notices lues soit à l'Institut, soit à la Société géologique de France. C'est dans ces travaux qu'il a surtout fait preuve d'un vrai talent d'observation et d'un esprit capable de rapprochements ingénieux, qualités qui lui assurent une place éminente parmi les paléontologistes.

Les créateurs de la paléontologie ont dû se préoccuper surtout des différences, et ce n'est que plus tard qu'on a senti le besoin de l'étude plus approfondie des rapports et des liens des êtres. « Pour fonder la paléontologie, dit M. Gaudry, c'est-à-dire pour prouver que les êtres aujourd'hui fossiles ont vécu avant les espèces actuelles et ne peuvent se confondre avec elles, il a fallu faire ressortir leurs caractères distinctifs : ceci a été le plus beau titre de gloire de Cuvier. Pour montrer que non-seulement ils ne sont pas identiques avec les vivants, mais qu'à chaque époque géologique ils ont un aspect particulier,

on a dû encore insister sur les différences qui existent entre eux...... »

« Cependant, un plan a dominé l'histoire du développement de la vie : il y a dans la nature quelque chose de plus magnifique que la variété apparente des formes, c'est l'unité qui la relie. Grâce aux recherches paléontologiques qui se font de toute part, des êtres dont nous ne comprenions pas la place dans l'économie du monde organique, se montrent à nous comme des anneaux de chaînes qui elles-mêmes se croisent..... »

L'auteur fait voir combien il arrive souvent que des êtres, connus seulement à l'état fossile, se montrent à nous comme des passages d'ordre à ordre, de famille à famille, de genre à genre, d'espèce à espèce, et appliquant cette donnée à la faune de Pikermi, il cherche à constater et à expliquer chacun de ces passages. Dans cette analyse détaillée, il sépare avec sagesse la démonstration du fait, de l'enseignement théorique que l'on peut en tirer. Il nous suffira ici d'indiquer quelques-uns de ces exemples sans entrer dans les détails.

Le singe de Pikermi (*Mesopithecus pentelicus*) a le crâne d'un Semnopithèque et les membres d'un Macaque.

Le *Simocyon* est un nouvel anneau de la chaîne qui lie les ours et les chiens aujourd'hui si distincts (*Amphicyon*, *Arctocyon*, etc.)

Parmi les *Viverridés* on trouve trois espèces d'*Ictitherium* qui lient les Hyènes et les Civettes. Deux genres de véritables *Hyénides*, un peu viverrins, augmentent ces rapports. Une troisième espèce est intermédiaire entre les trois espèces actuelles de genre Hyène.

Le *Mastodon pentelici* lie deux sous-genres de Mastodontes considérés comme très-distincts, les *Trilophodon* et les *Tetralophodon*.

Le *Dinotherium* paraît être un Proboscidien, mais son crâne présente plusieurs caractères des Lamantins.

Les trois espèces de *Rhinocéros* trouvées à Pikermi forment encore des intermédiaires. L'une d'elles, du groupe dépourvu de grandes incisives, a le crâne du Rhinocéros bicorne et les membres du Rhinocéros camus. Une autre appartient au type du Rhinocéros de Sumatra. Une troisième à narines demi-cloisonnées lie le *Rhinocéros tichorhinus* aux espèces vivantes.

Un nombre considérable d'ossements d'*Hipparion* recueillis à Pikermi ont révélé des formes intermédiaires entre ceux de Cucuron et les chevaux actuels.

Les nombreuses et belles Antilopes de la Grèce antique augmentent les rapports entre tous les membres de ce grand groupe, et font douter de la possibilité de conserver les trente-sept genres de Gray. Elles offrent presque toutes la réunion de quelques caractères de l'un d'eux avec des caractères d'un autre.

A la suite de cette longue analyse, M. Gaudry montre comment ces associations diverses de caractères ont été des sources permanentes d'erreurs, même pour les naturalistes les plus distingués. Wagner a attribué les cornes de *Tragocerus* à une Chèvre et ses dents à une Antilope. Le Singe de Grèce a été décrit comme un Semnopithèque tant qu'on n'a connu que son crâne; si on n'avait trouvé que ses membres, on en aurait fait un Macaque. La première dent connue de Dinotherium a été attribuée par Cuvier à un Tapir; le crâne a passé plus tard pour celui d'un animal aquatique; les membres que l'on croit pouvoir lui rapporter aujourd'hui en font un Proboscidien. Ces fausses déterminations ne sont que des erreurs impossibles à éviter et montrent seulement qu'un être peut

réunir des caractères qui sont séparés dans la nature actuelle.

M. Gaudry n'a pas de peine à démontrer que des faits pareils ne sont pas spéciaux à Pikermi, mais qu'ils peuvent être constatés pour une foule de fossiles de tous les âges géologiques.

Nous devons maintenant franchir un degré de plus, qui nous amène aux questions théoriques, et nous demander avec l'auteur « quelle lumière l'étude des formes intermédiaires jette-t-elle sur la question de la transformation des êtres ? »

Deux théories opposées, comme on le sait, sont en présence. Les espèces ont-elles chacune une origine indépendante, où sont-elles descendues les unes des autres ?

M. Gaudry n'hésite pas à se prononcer pour la seconde hypothèse, et il fait valoir à ce sujet les arguments connus tels que la difficulté de concevoir la création d'un animal à l'état adulte, celle non moins grande de le supposer se développant dans un œuf qui ne serait pas contenu dans une matrice, le peu de probabilité qu'il y a à ce que des millions d'espèces aient été détruites pour être remplacées par d'autres qui leur ressemblent autant.

Ces arguments sont en partie incontestables, aussi peut-on dire que la première théorie perd tous les jours un peu de terrain dans son expression absolue, et il n'y a plus guère de naturalistes qui soutiennent la complète indépendance de *toutes* les espèces ; mais elle se maintient en ce qui concerne l'apparition des types distincts et tranchés. M. Gaudry n'est pas assez absolu dans sa conviction pour ne pas reconnaître qu'il y a encore de bien grandes

difficultés pour faire dériver tous les types connus des types antérieurs. On peut citer parmi les Mammifères de l'époque miocène une foule de genres, dont on ne saurait où chercher les aïeux. Les Singes, les Cheiroptères, les Edentés, les Cétacés et tant d'autres sont sans lien antérieur connu, etc. Peut-on attendre du développement futur de la science que ces lacunes seront comblées une fois, ou sont-elles dans la nature des choses ? C'est ce qu'il est impossible de décider aujourd'hui. M. Gaudry penche vers l'idée que ces lacunes tiennent plutôt à l'imperfection de nos connaissances et que le moment viendra où nous comprendrons mieux « l'unité de la création et le pourquoi des ressemblances que nous apercevons entre les figures des vieux habitants de la terre. »

Ferons-nous encore un pas, et suivrons-nous M. Gaudry dans l'étude des *causes* ? Cela nous est difficile, car leur analyse, à laquelle du reste il a consacré peu de pages, et qui se trouve plutôt mélangée avec l'ensemble, échappe en partie aux données de l'histoire naturelle positive. Nous ne pouvons pas amener la discussion sur le champ des questions philosophiques et religieuses, et nous nous bornerons à exposer la théorie de notre savant ami, que nous ne saurions ni combattre ni appuyer par de nouveaux arguments.

Nous sommes du reste tout à fait d'accord avec lui en principe, car il demande comme nous que la question de la transformation des espèces soit traitée en dehors de toute préoccupation étrangère à la science. Nous ne pouvons qu'approuver ses paroles quand il dit « qu'un philosophe chrétien peut admettre une création originaire

sans croire à des créations successives. C'est à tort qu'on voudrait opposer l'expression de créations successives à celle de transformation, comme s'il y avait un débat entre les idées religieuses et le panthéisme. Il s'agit de savoir, non si Dieu a créé ou n'a pas créé, mais si les manifestations successives contenues en puissance dans sa création ont été des formations ou des transformations. »

Malgré ce que nous avons dit plus haut, M. Gaudry n'est pas Darwiniste dans le sens strict du mot. Il ne croit pas aux modifications graduelles par voie de génération normale. Il n'admet ni la lutte pour l'existence, ni la sélection naturelle. Il part d'autres bases et son hypothèse est celle-ci : Il croit que dans l'origine les êtres ont été créés avec la tendance à conserver leurs caractères spécifiques. Il admet l'intervention constante du Créateur, qui, par un acte de sa volonté, amène, pendant toute la série des âges, les modifications spécifiques qu'il juge en rapport avec l'harmonie générale. Nous aimerions mieux pour nous, si les transformations doivent être une fois prouvées dans leur universalité, croire qu'elles dépendent de lois générales, établies dès la création et agissant peut-être avec une périodicité qui nous est inconnue ; mais, ainsi que nous l'avons dit, nous ne pouvons ni ne voulons substituer une autre hypothèse à la sienne.

F.-J. Pictet.

DE

L'IMPORTANCE SCIENTIFIQUE DU TSCHORNOZOME

OU TERRE NOIRE

PAR

M. P. J. RUPRECHT[1].

Dans un précédent mémoire[2] j'ai donné une explication simple et naturelle de l'origine du tschornozome ou terre noire de la Russie méridionale. Jai montré que ces puissantes couches de terre noire, qui atteignent parfois jusqu'à vingt pieds d'épaisseur, se sont formées et continuent à se former, depuis un très-grand nombre de siècles, par l'élévation graduelle du gazon dont le niveau s'exhausse continuellement sur les débris qui meurent chaque année et se décomposent sur place, et peut-être aussi par la poussière qui y est apportée par les vents. Cette formation, dès l'origine, a eu lieu par voie sèche, si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est-à-dire que ni les marais, ni les tourbières, ni les forêts marécageuses ou autres n'y ont eu aucune part. Si l'explication que j'ai donnée n'a pas été adoptée précédemment, c'est sans doute pour quelque raison positive, bien qu'on ne l'ait pas exprimée clairement, telle que le fait de la limite septentrionale si nettement tranchée au delà de laquelle on ne découvre plus de véritable tschornozome. A sa place se présente

[1] *Bulletin de l'Acad. des Sc. de St-Pétersbourg*, tome VII, p. 425.
[2] *Idem*, tome VII, p. 418.

de la tourbe de la même couleur et d'un développement énorme. La formation de la tourbe et celle du tschornozome sont cependant complétement différentes, comme on l'a montré, et la transformation de la première en terre noire est tout à fait impossible. D'autre part si le tschornozome est un produit de la végétation du gazon, on peut se demander avec raison pourquoi l'on ne rencontre dans le nord que des couches de terre d'une couleur pâle sous le gazon, et jamais de ces couches noires et pulvérulentes de dix pieds d'épaisseur et même plus.

La faute n'en est pas au climat; car bien que la limite du tschornozome coïncide avec l'isothère de 14-15 R, cette isothère perd toute son importance dans l'Europe occidentale. La raison pour laquelle personne n'a vu du tschornozome dans ces contrées, tient sans doute à ce que l'Europe centrale occidentale est couverte de forêts ou l'a été une fois, comme les données de l'antiquité en témoignent, tandis que nous savons le contraire à l'égard de la Scythie et de la Sarmatie. Les observations ont d'ailleurs démontré que les forêts et le tschornozome ne sont pas compatibles dans la même localité. Nous sommes ainsi renvoyés en Russie pour l'application de la ligne climatérique. Quelle est maintenant la différence du climat entre les contrées dépourvues de forêts autour de Moscou et de Kasan et les limites si rapprochées du terrain de tschornozome? Quelle peut être cette différence en tant de points qui ne sont séparés que par la largeur de la rivière Kama, de l'Okka ou de la Dessna?

C'est ailleurs qu'il faut chercher la cause de ce phénomène énigmatique. Mon attention a été attirée sur elle pour la première fois par les observations de M. Annenkow et de M. Kaufmann qui, chacun de son côté, ont remarqué

pendant ces dernières années que dans le gouvernement de Toula et dans le sud du gouvernement de Moscou la végétation se modifiait notablement à partir de l'Okka, et que cette modification coïncidait avec l'apparition du tschornozome. Je savais déjà à cette époque que M. le professeur Claus avait fait 13 ans auparavant la même observation à l'égard du gouvernement de Kasan; il avait trouvé une différence frappante dans la végétation sur la rive gauche de la Kama et l'attribuait à l'influence de la steppe de gazon au lieu de l'attribuer à la présence du tschornozome qui lui avait échappé. M. Claus établissait comme un caractère de la steppe la présence de stipa, de plusieurs composées, labiées et légumineuses, et l'absence de forêts, de conifères et de plantes des marais qui les accompagnent. Ces indications suffisaient pour porter les recherches ultérieures dans cette direction, dès qu'on eût reconnu que ce phénomène ne pouvait plus être considéré comme un phénomène local.

Il s'agissait dès lors en premier lieu de s'assurer si ce caractère exclusif des forêts de conifères et de la steppe était vrai partout, et dans quelle relation il se trouve avec le tschornozome.

Pour toute la contrée s'étendant entre l'Okka et Charkow et comprenant Toula, Orel et Kursk, on a l'impression d'une steppe recouverte par la culture rurale, dans laquelle on rencontre par place des forêts à feuilles caduques, mais nulle part des forêts de conifères. On le reconnaîtrait rien qu'en voyant les poteaux télégraphiques tordus et les misérables maisons faites avec du bois de tremble. Cette absence de conifères aurait pu être fortuite. J'ai comparé dans ce but l'extension du tschornozome, d'après l'exposition de M. Vesselowski, avec

la distribution des conifères, pour laquelle nous trouvons des renseignements très-exacts pour toute la Russie d'Europe dans les écrits de M. Trautvetter et de M. Bode. Or il se trouve que la limite méridionale du sapin d'Europe et du sapin de Sibérie coïncide parfaitement exactement avec la limite septentrionale du tschornozome, à partir de la Volhynie jusqu'à Ufa; la même ligne est aussi la limite nord de l'aune blanc parmi les arbres dicotylédon. Mais cette coïncidence aurait pu être déduite de la ligne isothère, et cela d'autant plus facilement qu'on sait que le sapin ne souffre que de la sécheresse de l'été. Toutefois une différence de 1° ou même de 2° importe peu, comme le prouve l'acclimatation: la condition principale est le sol et l'humidité: en outre le sapin de Sibérie suit en Europe plutôt l'isochimène de — 10°.

On pouvait encore se demander, puisque la steppe ne se laisse pas délimiter rigoureusement par des lignes, si la région de tschornozome dans toute son étendue pouvait réclamer le nom de steppe, et dans le cas contraire où il faudrait établir la limite septentrionale de la steppe? Après avoir examiné minutieusement la notion relative et les variations de la steppe, j'ai reconnu que le seul caractère sur lequel on pouvait s'appuyer était le rapport qui existe entre la quantité de forêts dans laquelle le pin se rencontre comparée à la superficie. Plusieurs gouvernements n'ont pas de frontières naturelles coïncidant avec les limites que nous cherchons, de sorte qu'il fallait baser les calculs sur les arrondissements, dont quelques-uns du reste se trouvent situés des deux côtés des rivières que j'adopte comme limites. J'ai été conduit à ce résultat que la plupart des gouvernements à tschornozome renfermaient moins de 30 % de forêts, déjà à la fin du siècle

dernier. Trois arrondissements fortement boisés dans le gouvernement de Pensa font une exception et présentent 73, 54 et 49 % de forêts, tandis que dans tous les autres la proportion varie entre 32 et 12 %. Les arrondissements du gouvernement de Kasan qui sont situés sur le côté montueux du Volga offrent 33 %, ce qui est bien loin du boisement de la rive gauche du Volga où, dans un arrondissement, il s'élève à 80 %. Dans le gouvernement de Novgorod on trouve du côté de la montagne plus de 40 % de forêt, mais il faut faire remarquer que le tschornozome y manque presque complétement; dans le gouvernement d'Orenbourg avec 39 % de forêt la distribution du tschornozome est trop peu connue et le voisinage de l'Oural produit une perturbation. Ainsi, dans tous les gouvernements où il y a des forêts de sapins, à l'exception de Grodno, Kowno et Esthonie, la proportion de forêts est de plus du tiers de la superficie, souvent de la moitié, quelquefois des trois quarts; le gouvernement de Vologda en renferme même 94 % et celui d'Archangel probablement encore davantage, si l'on en excepte les cercles de Fundern. Au delà de la limite septentrionale du tschornozome on observe donc une augmentation subite des forêts, tandis qu'en deçà, vers le sud, les forêts diminuent peu à peu sans que l'on puisse indiquer une limite. On pourrait donc considérer la limite septentrionale comme le commencement de la steppe, ainsi que l'usage l'a consacré dans le gouvernement de Rjaesan sur les bords de la Kama et du Volga; le terme de demi-steppe serait peut-être plus convenable quoique pas non plus parfaitement exact. Une steppe de cette nature couverte de stipa existait encore, d'après Kœppen, au commencement de notre siècle dans la partie sud-est du gouver-

nement d'Orlow. On a donné à ces steppes le nom de steppes herbeuses (Grassteppe). La stipa y occupe la place principale parmi d'autres herbes, et ne les exclut point : au contraire, elle en est même expulsée par place. Il est avéré que la stipa pennata caractérise plus exactement le tschornozome que la stipa capillata ; les deux espèces se trouvent également denses dans les steppes de la Sibérie méridionale jusqu'au Jenissei. On rencontre dans cette steppe les phytolithes du tschornozome et en particulier ceux de stipa pennata brûlée. L'Europe ne présente nulle autre part une steppe herbeuse aussi luxuriante que celle qui se développe sur le tschornozome de la Russie.

La steppe, le sapin et le tschornozome présentent donc partout un rapport parfaitement déterminé. Mais la steppe possède en outre un caractère de végétation spécifique qui n'est pas encore suffisamment étudié, et que je n'ai pu constater qu'à l'égard de la limite septentrionale. En effet, un grand nombre de plantes caractéristiques s'étendent jusqu'à cette limite, mais ne la dépassent pas vers le nord. Les environs de Moscou et de Kasan qui sont très-bien étudiés en fournissent une preuve. Les exemples de ces deux contrées sont confirmés en seconde ligne par les flores de Wjaetka, Perm, Archangel, Pétersbourg, des provinces de la Baltique, par les observations de MM. Gorski et Besser sur les provinces occidentales, par celles de MM. Trautvetter et Rogowiscz sur les gouvernements de Kiew, Poltawa et Tshernigow, par celles de MM. Pabo et Tscholowski sur le gouvernement de Mohilew, par celles de M. Semenow sur le Don supérieur, de M. Meyer sur le gouvernement de Tambow, de M. Claus et de M. Vesenmeyer sur le Volga, et par d'autres données égalément sû-

res, que j'ai rassemblées dans le but de mettre en évidence que cette différence dans la végétation ne se trouve pas seulement dans les environs de Moscou et de Kasan mais qu'elle règne sur toute la ligne. Les plantes telles que stipa pennata, adonis vernalis, veronica incana, linum flavum, cerasus fruticosa, serratula heterophylla et coronata, centaurea marschalliana et ruthenica, scorzonera, purpurea, galatella punctata, aster amellus, hieracium virosum, campanulla siberica, phlomis tuberosa, nepea nuda, echium rubrum, falcaria rivini, trinia henningi, euphorbia procera, lychnis chalcedonica, sont des espèces qui dénotent directement la présence du tschernozome. Il y a une seconde catégorie de plantes qui se dirige sur une grande étendue d'après la limite septentrionale du tschornozome entre la Kama et la Dessa, et s'infléchit ensuite vers le Nord-Ouest sans coïncider avec aucune ligne thermique. Je n'ai pas encore réussi à trouver l'explication de ce phénomène. Les plantes de la seconde catégorie concordent avec les plantes communes de l'Europe centrale; celles de la première catégorie manquent pour la moitié en Allemagne, tandis que l'autre moitié ne s'étend pas dans l'Allemagne septentrionale, mais ne s'y rencontre qu'à l'état sporadique pour des causes que l'on peut reconnaître. Les plantes de la seconde catégorie ne peuvent pas provenir de la Scandinavie, car les deux tiers manquent dans ce pays. Toutes les plantes de la première catégorie manquent en Scandinavie, à l'exception seulement de l'adonis vernalis qui croît dans les îles de Gothland et d'Oeland.

La cause de cette différence dans la flore ne tient en aucune façon aux propriétés du terrain à tschornozome, car toutes les plantes les plus caractéristiques se laissent

acclimater avec la plus grande facilité dans le sol de Pétersbourg et ailleurs, et ne réclament dans les jardins botaniques aucune terre particulière. Le climat ne peut pas non plus être mis en avant, et l'isothère dont il a été question ne pourrait avoir de l'importance que pour les espèces annuelles, dont à ma connaissance il n'y en a que deux (eragrostis poaeoides et alyssum nimium) qui ne constituent pas des exemples concluants. Il y a déjà plusieurs années que j'ai cherché à combiner les lignes thermiques avec les espèces arborescentes de la Russie, sans réussir à obtenir un résultat positif satisfaisant. Ces lignes ne se sont souvent pas trouvées d'accord avec la distribution naturelle des plantes sur une même grande zone, et ne peuvent guère être utilisées en vue de l'acclimatation. J'avais d'ailleurs prévu ce résultat, mais je n'ai pas cru devoir le passer sous silence dans cette démonstration.

Après avoir acquis la persuasion intime, soit par mes propres recherches, soit en combinant celles d'autres savants dignes de confiance, que deux flores différentes se rencontrent à cette limite du tschornozome, je n'ai pas tardé à apercevoir que j'avais devant moi deux régions de végétation d'âge différent, et à reconnaître l'importance qui en ressortait pour le tschornozome, au point de vue de la science, importance qui jusqu'alors n'avait été que soupçonnée.

Occupé depuis longtemps déjà d'études spéciales sur les régions végétales de l'empire russe, je m'étais convaincu que les plantes qui vivent actuellement ne sont pas du même âge, mais que leur groupement dans des régions différentes a eu lieu à des époques différentes. J'ai trouvé en effet : 1° que les plus anciennes plantes

qui vivent aujourd'hui remontent à l'époque tertiaire et qu'elles se sont conservées sur le côté oriental des deux continents de la zone tempérée septentrionale; 2° que les plantes de l'Oural ne constituent pas une flore à part, mais qu'elles sont du même âge, jusqu'à quelques mille pieds d'élévation, que celles des plaines des deux versants; 3° que la flore alpine de l'Oural a immigré du Taïmyr, du Baïkal et de l'Altaï, et qu'elle est par conséquent plus jeune que la flore de la Sibérie orientale; 4° que l'Oural ne constitue pas une frontière à l'égard de la flore forestière d'Europe et de Sibérie, mais que cette dernière pénètre profondément dans la région des sapins de la Russie septentrionale, ou plutôt en forme l'essence; 5° que cette dernière est encore d'un autre âge que la flore scandinave; 6° que dans la flore de Pétersbourg même on peut distinguer trois époques d'âge différent. Je conclus de tout cela que les plantes qui vivent aujourd'hui sont des mots qu'il suffit d'assembler convenablement pour pouvoir y lire l'histoire de la surface de la terre jusqu'à l'époque tertiaire. Là où la géologie ne peut plus déchiffrer les feuillets supérieurs du livre de l'histoire de notre planète, la botanique lui vient en aide.

Actuellement un grand pas a été fait. Dans cet immense empire de la Russie d'Europe je ne pouvais distinguer auparavant qu'une région de forêts ou de conifères, et une région de steppe; leur délimitation exacte n'était pas définie à mes yeux. Aussi ne puis-je m'empêcher d'admirer la sagacité de mon collègue M. Trautvetter, qui, à l'aide d'une seule espèce d'arbre, mais très-importante, le sapin, en a reconnu la limite avec une grande exactitude; cet indice est mis en évidence sans laisser le moindre doute par la différence des autres plantes, par le carac-

tère de la steppe et, ce qui est plus important que tout cela, par le tschornozome qui est un document incontestable d'un âge différent.

La région du sapin de la Russie septentrionale et celle de la steppe dans le midi sont bien mieux tranchées que la région du sapin d'Europe de celle du sapin de Sibérie. Or, comme cette différence n'est pas une conséquence ni de l'altitude du terrain, ni du climat, mais seulement du temps, il faut que cette différence de temps, qui est proportionnelle à la différence des flores de ces régions, ait été plus considérable au nord et au sud de la limite septentrionale du tschornozome que dans la région du sapin à l'ouest et à l'est.

Il s'agit maintenant de savoir laquelle des deux flores, de celle du nord ou de celle du midi, est la plus ancienne ?

On sait avec quelle lenteur s'opère la formation du tschornozome, on sait que la proportion de rivières et de marais est faible dans cette contrée et que les derniers lacs se sont desséchés depuis les temps historiques.

Tout le monde sait également quelle étonnante quantité de grands et de petits lacs, de tourbières, de marais et de forêts marécageuses possède la Russie septentrionale. On a en outre prouvé que l'équivalent du tschornozome dans le Nord n'est point la tourbe, mais la terre de gazon des contrées sèches, qui toutefois n'offre jamais les dimensions en profondeur et surface, ni la couleur noir-foncé du véritable tschornozome. Ces phénomènes s'accordent parfaitement avec la différence d'âge. Il est difficile de fixer par des chiffres combien il y a de terrain sec dans la Russie septentrionale; un petit nombre seulement de gouvernements populeux ont plus de la moitié

du sol sec. On ne peut pas en juger d'après ce que l'on voit lorsqu'on ne s'écarte pas des lieux habités et des routes sèches qui les réunissent. Je crois pouvoir admettre que plus de la moitié de la superficie de la Russie septentrionale est encore aujourd'hui couverte de lacs, de marais et de forêts marécageuses [1]. Les plantes n'y lancent pas leurs racines dans la couche de diluvium, mais dans l'eau ou dans le limon. Toute cette surface de plantes forme une couverture sur des lacs autrefois peu profonds, flottante, inabordable et encore inhabitable pour l'homme. Le boisement des marais ne commence qu'avec la disparition progressive de l'eau. Le sapin ne peut pas y atteindre la terre ferme par ses racines, parce qu'elle s'étendent horizontalement et il se contente de limon à défaut d'une couche de tourbe compacte; ce limon est le produit d'un marais tourbeux qui, lui-même, s'est développé sur un lac peu profond. Tous ces marais tourbeux et ces forêts marécageuses sont incroyablement pauvres en plantes d'une organisation élevée; mais on y trouve un grand nombre d'individus appartenant à une petite quantité d'espèces, principalement de cryptogames. Cette pauvreté comparativement aux contrées sèches ou à la steppe herbeuse, n'est point une conséquence du climat septentrional, mais bien d'une formation récente. Le nord de la Russie était, à une époque relativement très-rapprochée, couverte d'eau et par conséquent dépourvue de végétation terrestre. La couche superficielle de végétation actuelle ne lance pas ses racines dans le sol primitif (inorganique), mais dans l'eau et

[1] La Finlande, qui est si montueuse et rocheuse, présente 47 % de lacs et de marais, d'après Vesselowski, et seulement 1 % de terre arable.

dans le terrain végétal primaire (limon et tourbe). Je suis dès lors porté à croire qu'il ne peut plus avoir de doute sur ce que la région de sapins de la Russie septentrionale est beaucoup plus jeune que la végétation de la région du tschornozome; la première s'est formée dans l'eau et la seconde sur la terre sèche. Les couches géologiques les plus récentes dans le nord de la Russie sont en effet inorganiques, et au-dessus se trouvent des couches végétales qui n'ont eu aucun rapport avec les premières, et dont au contraire elles ont été séparées par une couche d'eau.

Nous pouvons déterminer d'une manière encore plus précise l'époque à laquelle la Russie septentrionale était encore sous l'eau, tandis que la région du tschornozome était déjà sèche. Cette époque est celle du transport des blocs erratiques scandinaves. Nulle part on n'a trouvé de ces blocs sur le tschornozome; l'exemple cité près de Woronesh repose sur une erreur dans la détermination de la roche, ainsi que l'a fait observer M. de Helmersen. Si l'on devait trouver des blocs erratiques sur quelque point du tschornozome, cela ne pourrait se rencontrer que sur la limite septentrionale. Le tracé de la ligne méridionale de la distribution des blocs scandinaves (et finlandais) sur la carte géologique de Murchison, fait parfaitement ressortir la manière dont ces blocs, selon les localités, se sont déposés sur le rivage même, tandis que là où les rives étaient peu profondes ils ont échoué à une plus grande distance du continent de tschornozome. Quel que soit le mode de transport de ces blocs, qui ne sont pas roulés, que ce soit sur des champs de glace ou sur des glaces flottantes; et quel que soit la manière dont ils ont été déposés, par suite de la fusion de la glace ou

par l'échouement sur des bas-fonds, suivant les localités : tout tend à prouver que la région de tschornozome était sèche à l'époque où ces transports ont commencé à s'effectuer sur une région couverte d'eau.

MM. Kutorga et Woerth ont découvert, il y a 19 ans, des couches polies et striées de calcaire silurien au sud de Gatschina près de Sivoritzy. M. Murchisson a observé qu'à cet endroit le calcaire n'est pas recouvert de sable fin ni d'argile meuble, bien que dans les environs les blocs erratiques soient abondants ; il est porté à croire pour cette raison que le poli et les stries ont été occasionnés par le mouvement de la glace échouée (ice floes) qui roulait les blocs erratiques sur le calcaire formant des bas-fonds, et y creusait des stries. Si, d'un autre côté, l'on admet l'existence de glaciers comme le fait M. T. Schmidt pour l'Esthonie, en se fondant sur les mêmes observations, il faut encore attribuer le transport des blocs de granit à de la glace flottante, et par conséquent admettre la présence de l'eau ; et tant qu'on n'aura pas trouvé des stries à la surface de couches plus récentes situées plus loin dans l'intérieur du pays, il faudra admettre que la formation glacière ne s'est pas étendue au delà et qu'en géneral elle a été toute locale.

Cette couche d'eau ne pouvait pas être profonde. C'est ce que prouve, en premier lieu, la faible différence de hauteur entre le continent de tschornozome et sa rive septentrionale, qui existait déjà alors, tandis que nulle part on ne trouve de blocs déposés sur le tschornozome ; en second lieu, la fréquence de ces blocs sur des élévations dans plusieurs localités du nord de la Russie, tandis qu'ils manquent ou sont plus rares dans les dépressions. Le Waldaï n'est pas une preuve d'une eau profonde ; on serait plu-

tôt porté, en considérant les blocs du Nord, déposés à des hauteurs de 800 à 1056 pieds, et la végétation du Waldaï qui ne diffère en rien de la flore ordinaire de la région des sapins, à supposer qu'à une époque plus récente il y a eu un soulèvement plus fort, plus rapide peut-être, que celui qui a donné naissance au continent de tschornozome.

Ce n'est qu'après la cessation du transport des blocs erratiques que la première végétation a commencé sur les marais de la Russie du nord et partiellement sur les couches de diluvium; plus tard sont venues des forêts de cinq espèces de conifères, incontestablement les représentants de la plus ancienne création d'arbres, mais probablement tous immigrés principalement de l'est et en moins grand nombre de l'occident. Ces formes d'arbres primitives ne témoignent pas d'un grand âge pour la Russie septentrionale, car elles sont séparées des formations plus anciennes par une couche d'eau et par du diluvium; elles indiqueraient plutôt la jeunesse du terrain récemment formé, en même temps qu'une disposition marquée à accueillir une grande classe de plantes que l'on retrouve à différentes époques plus anciennes lors de l'apparition des plantes terrestres. Sur le continent de tschornozome on ne rencontre vivant actuellement qu'une seule forme appartenant à cette classe, c'est le pin; la forme sapin (pinites undulatus Eichw.) est ensevelie depuis longtemps dans l'étage supérieur du terrain de la craie de l'Ukraine, recouvert lui-même par un dépôt marin miocène tertiaire, composé de coquilles et de plantes éteintes, sur lequel repose la couche de diluvium avec les restes de Mammouths et de Rhinocéros, qui porte enfin comme couche supérieure le tschornozome.

Pour retracer l'histoire du règne végétal vivant, ce ne sont pas les différentes couches géologiques de la surface qui doivent être prises en considération; il suffit d'établir quels sont les pays qui, après la dernière submersion, ont été mis à sec les premiers ou les derniers. La couche de diluvium présente seule quelque importance, et là où cette couche fait défaut nous sommes conduits à supposer une végétation insulaire plus ancienne. La steppe granitique comprise entre le Dnieper et le Boug, d'une part, et entre les marais de Pinsk et la mer d'Azow, d'autre part, est l'exemple unique d'une grande étendue de terrain dans le domaine du tschornozome et en général de la Russie d'Europe, qui ait émergé et constitué un pays sec longtemps avant le continent de tschornozome et même, d'après M. Murchison, depuis les temps les plus reculés; en effet, elle n'est recouverte d'aucune autre formation, pas même de diluvium. Malgré ces conditions si défavorables du sol, il s'est formé cependant à la suite de la décomposition du granit, une couche de tschornozome recouverte de végétation. Cet exemple est à lui seul une preuve de l'origine végétale par voie sèche du tschornozome. Ce n'est que dans ces conditions que des restes d'une végétation plus ancienne ont pu se conserver, tels que les genres azalées et scopolia. Malheureusement nous ne possédons pas à ce point de vue des travaux botaniques précis sur cette steppe granitique.

La limite méridionale du tschornozome non-seulement ne présente aucun fait en contradiction avec ce que nous venons d'exposer, mais toutes les observations viennent à l'appui de ma démonstration.

Pallas a remarqué que la côte de la mer d'Azow près de Mariopol s'est soulevée d'au moins quatre brasses

dans un laps de temps pendant lequel les espèces de coquilles qui y vivent aujourd'hui se sont maintenues depuis l'origine. Les terrasses dont il a été question ailleurs, qui se trouvent entre la mer Noire et la limite du tschornozome proprement dit, et qui sont caractérisées par une augmentation, par zones, du développement du tschornozome, concordent parfaitement avec un soulèvement graduel des rives du Pont, sur lesquelles, au bord immédiat de la mer, on ne constate pas encore la présence du tschornozome, en raison de leur âge récent. On ne peut donc pas distinguer une limite bien tranchée, mais seulement une modification graduelle de la végétation de la steppe vers la mer Noire.

Sur l'isthme cis-caucasien seulement on commence à distinguer par place une délimitation plus précise de deux flores. La partie occidentale plus élevée sur laquelle passe la route qui conduit d'Axaï, au bord du Don, par Stavropol à Wladikawkas, présente partout le caractère de la steppe Bessarabique, et Pellas y avait déjà constaté à plusieurs endroits la présence du tschornozome. Pallas affirme itérativement que toutes les crêtes de cet isthme sont couvertes de terre noire, qu'elles formaient anciennement les rivages de la mer, et qu'elles possèdent une végétation différente que la steppe saline avoisinante, qui est évidemment l'ancien fond de la mer, sur lequel on trouve en beaucoup d'endroits des coquilles qui vivent encore aujourd'hui dans la mer Caspienne. Barbeaut de Marny a également remarqué que le tschornozome est d'un grand secours pour déterminer la limite exacte de la formation caspienne qu'il n'envahit pas, si ce n'est par de faibles bandes sur les bords.

Le gouvernement d'Astracan et toute la contrée au

Nord de la mer Caspienne, de Kisljar jusqu'à l'Ustjurt à une grande distance dans l'intérieur des terres, sont de formation caspienne, sans trace de tschornozome, et sont couverts de lacs salés. Dans la mer Caspienne émergeaient sous forme d'îles les montagnes près de l'Indersk, les deux Bogdo et l'Arsagar depuis les époques jurassique, triasique et permienne. Le rivage de la mer au nord ne se trouvait qu'à Sarepta et à l'Obtschii Syrt, ainsi que Pallas l'avait déjà reconnu; car dans les parties élevées il avait trouvé du gazon avec une puissante couche de terre noire, dans laquelle il n'y avait point de coquilles caspiennes, mais bien deux espèces de spalax.

Mais si la mer arrivait jusqu'à ces hauteurs, comme Pallas et avant lui des nomades l'avaient reconnu, et ce que plus tard personne n'a contesté, il fallait bien que ces hauteurs fussent plus anciennes que la formation caspienne, et par conséquent aussi le tschornozome qui avait commencé à se former dès l'époque à laquelle elles ont été mises à sec.

La mer Caspienne s'étendait encore plus loin jusqu'au gouvernement de Samara, où elle a laissé de nombreux lacs salés dans les cercles méridionaux de Nicolajewsk et de Novo-Usen. M. Murchison a remarqué que la localité la plus septentrionale dans laquelle on trouve des coquilles de la mer Caspienne est la steppe unie sur la rive gauche du Volga, en face de Wolshsk et de Sysran, c'est-à-dire au brusque contour du Volga près de Samara. Mais de nouvelles recherches de M. Jasykow ont montré qu'on en rencontre encore au nord de ce contour dans ce que l'on appelle le bassin de Bulgar, au midi du confluent de la Kama près de Spassk et de Tjetuschi. Aussi M. Jasykow considère ce bassin comme une ancienne baie de la mer

Caspienne dans laquelle le Volga se jetait sous un angle de 55°, à la place du confluent actuel de la Kama, et il admet que l'élévation près de l'Achtaï était une barrière. La séparation de la mer du Volga n'a eu peut-être lieu qu'à la suite du soulèvement du Waldaï. Une seconde mer de Marmora !

Tout ce que nous venons de dire s'accorde parfaitement avec les limites du tschornozome. Puisque le continent de tschornozome était si exactement limité par la mer au sud et à l'est du Volga, on a lieu d'être étonné que cette circonstance seule n'ait pas conduit plus tôt à la conclusion que la limite septentrionale du tschornozome était le bord d'une ancienne mer d'eau douce, peu profonde, et qui gelait toutes les années. La raison en est que l'on n'avait pas reconnu l'origine du tschornozome et sa haute importance pour la science.

SUR LA POLARISATION SECONDAIRE
DES
CONDUCTEURS MÉTALLIQUES
PLONGÉS DANS LE SOL

PAR

M. L. DUFOUR
Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

Le phénomène de la polarisation des électrodes est connu depuis longtemps et il a été l'objet de travaux nombreux qui ont fait connaître ses causes et ses principaux caractères. Mais l'étude de ce phénomène a été faite essentiellement lorsque le courant d'une pile traverse un liquide électrolytique.

Dans des recherches récentes, ayant pour objet les courants électriques terrestres [1], j'ai été amené à voir si des plaques métalliques, éloignées et plongeant dans le sol, reliées par un fil télégraphique où on lance un courant, sont susceptibles de fournir des courants secondaires. Les essais entrepris dans ce but sur la ligne Lausanne-Berne, longue de 97000 mètres, ont tous été négatifs. Les courants polariseurs avaient une intensité à peu près égale à celle des courants télégraphiques ordinaires.

Mais la longueur considérable de la ligne employée

[1] Recherches sur les courants électriques terrestres, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des Sc. natur.*, n° 54, 1866, et *Archives*, mars 1866.

constituait une résistance très-forte et il se pouvait que le courant secondaire eût trop peu de tension pour y être sensible. Il était donc intéressant de reprendre ce point spécial en employant des plaques de terre peu éloignées les unes des autres et en les séparant par des résistances plus ou moins grandes. On pouvait espérer ainsi de voir si, dans les essais pratiqués sur une longue ligne télégraphique, c'est bien la résistance seule qui empêche les courants secondaires de se manifester.

La polarisation secondaire des plaques de terre a d'ailleurs déjà été signalée; mais je ne connais aucun travail où ce sujet soit spécialement traité. M. Matteucci a eu l'obligeance de m'informer, dans une communication personnelle, qu'il avait constaté la polarisation secondaire dans ses études sur les courants terrestres. M. de la Rive a aussi remarqué ce fait, autrefois, dans des expériences faites en Angleterre.

---

1. Les expériences dont il va être question dans le présent mémoire ont été faites à l'aide de trois conducteurs métalliques plongeant dans le sol et qui pouvaient être reliés deux à deux.

Un de ces conducteurs est une plaque de cuivre de 36 décimètres carrés de surface. Elle est déposée, à $2^{m},85$ de profondeur, dans du terrain végétal ordinaire, près de la façade occidentale du bâtiment académique à Lausanne. Un autre est une plaque de fer de même dimension, placée à environ un mètre de la précédente et à un niveau un peu supérieur. Le troisième conducteur, enfin, est formé par les tuyaux du gaz. Ces tuyaux sont en fer. Le point où ils sont les plus voisins des deux

plaques précédentes est près de l'angle S.-E. du bâtiment académique, à environ 30 mètres des plaques.

Aux deux plaques de fer et de cuivre sont soudés des fils de fer de 3 millimètres d'épaisseur qui s'élèvent le long du mur, puis s'introduisent dans mon laboratoire où aboutissent aussi les tuyaux en plomb du gaz. — Il était donc facile de relier entre eux les trois conducteurs et d'intercaler dans les circuits les appareils nécessaires aux observations.

L'intensité des *courants primaires,* ou *courants polariseurs,* a été mesurée à l'aide de la boussole télégraphique ordinaire. Les courants naturels du circuit et les *courants de polarisation secondaire* ont été mesurés à l'aide d'un galvanomètre à système astatique, le même qui a servi aux *Recherches sur les courants terrestres.* Dans les essais actuels, on s'est toujours servi d'un seul des circuits de cet instrument.

Les tables de graduation du galvanomètre de la boussole sont déjà données dans le mémoire dont il vient d'être question ; nous les reproduisons ci-dessous. Ces tables permettent de traduire, en intensités, les degrés de 0 à 36 pour la boussole, et de 0 à 77 pour le galvanomètre. Pour ce dernier, les degrés sont proportionnels aux intensités jusqu'à 24. Seulement, il importe de remarquer que la table d'intensité avait été construite en utilisant les quatre circuits ajoutés que possède cet appareil ; pour l'appliquer à un seul circuit et pour maintenir les comparaisons avec la boussole, il faut évidemment multiplier par quatre les intensités correspondant à la déviation observée. C'est ce qui a toujours été fait dans la suite.

Galvanomètre.	Intensité.	Galvanomètre.	Intensité.
1°	1	46°	61,3
2	2	47	63,8
3	3	48	66,5
.	.	49	69,4
.	.	50	72,5
.	.	51	75,7
.	.	52	78,9
.	.	53	82,3
.	.	54	85,9
22	22	55	89,7
23	23	56	93,7
24	24,1	57	98,0
25	25,2	58	102,6
26	26,3	59	107,5
27	27,5	60	112,8
28	28,8	61	118,5
29	30,1	62	124,6
30	31,5	63	131,2
31	32,9	64	138,3
32	34,4	65	145,9
33	35,9	66	154,1
34	37,5	67	163,0
35	39,2	68	172,6
36	40,9	69	183,0
37	42,7	70	194,3
38	44,5	71	206,4
39	46,3	72	219,5
40	48,2	73	233,7
41	50,2	74	249,1
42	52,3	75	265,8
43	54,4	76	283,9
44	56,6	77	303,6
45	58,9		

Boussole.	Intensité.	Galvanomètre (les 4 circuits).
1°	22	22°
2	44	38°
3	66	48°
4	88	55°
5	111	66°
6	135	63°,5
7	160	66°,7
8	186	69°,3
9	213	71°,6
10	240	73°,4
11	267	75°,1
12	293	76°,5
13	318	
14	343	
15	367	
16	380	
17	413	
18	435	
19	457	
20	479	
21	502	
22	525	
23	549	
24	574	
25	599	
26	625	
27	652	
28	680	
29	710	
30	742	
31	777	
32	817	
33	861	
34	911	
35	966	
36	1036	

Les courants employés comme polariseurs étaient produits avec une pile très-constante au sulfate de mercure.

2. Lorsqu'on relie deux des plaques de terre, il se produit de l'une à l'autre un courant qui est dû, sans doute, à la différence d'action chimique que les plaques éprouvent dans le sol. Ce *courant des plaques* est généralement fort constant; mais il peut subir cependant quelques variations. Durant des temps beaux et secs, l'été dernier, le courant de la plaque de cuivre aux tuyaux du gaz s'est maintenu, pendant des séries de plus de dix jours, presque tout à fait invariable. D'autres fois, il se produit des variations qui n'ont pas encore été suivies pendant assez longtemps pour qu'il soit possible de les expliquer entièrement. Elles sont probablement dues à une variation dans l'état d'humidité du sol. Ainsi, pendant l'hiver dernier, la variabilité a été notablement plus grande que pendant l'été précédent. J'ai remarqué quelquefois, d'un jour à un autre, des variations atteignant quelques degrés; cela m'a toujours paru en rapport avec des chutes de pluie.

Les circuits qui ont servi aux expériences dont les détails suivent ne peuvent donc pas être considérés comme toujours identiques à eux-mêmes. La couche de terrain interposée entre les plaques extrêmes constitue un élément un peu variable dont l'influence doit se faire sentir. En outre, eu égard au sujet dont il est ici question, il est évident que si les plaques métalliques sont en contact avec un terrain tantôt plus, tantôt moins humide, cela doit avoir pour conséquence une certaine variabilité dans la polarisation secondaire, alors même que le courant primaire demeurerait constant. — Dans ces conditions, il

serait évidemment illusoire de compter sur des résultats toujours concordants, puisqu'il s'agit d'expériences qui ont dû se prolonger pendant plusieurs semaines. Les résultats rapportés dans la suite, et tous ceux que j'ai obtenus dans ces recherches, offrent en grand nombre des défauts de concordance ou de régularité qui ne s'expliqueraient pas dans une expérience de laboratoire où des conditions parfaitement définies peuvent se reproduire sans modifications. Mais on verra que, malgré ces irrégularités, il y a un certain nombre de conclusions générales qui ressortent avec certitude des faits observés.

3. Les plaques de terre pouvaient être reliés directement entre elles par le galvanomètre, ou bien on pouvait intercaler dans le circuit des résistances supplémentaires. Les essais qui suivent ont été faits dans trois conditions différentes et avec des circuits dont les résistances totales offraient des différences assez grandes. En mesurant l'intensité du courant des plaques lorsque le circuit est simple, puis lorsqu'on y introduit des résistances, on peut évidemment en déduire, en vertu de la loi connue qui relie les intensités et les résistances, le rapport des résistances introduites. — On a employé, comme résistances. le fil d'une petite bobine d'induction et celui d'un relais télégraphique. Soient R les résistances (très-sensiblement les mêmes) des deux circuits simples : tuyaux du gaz, sol, plaque de fer, fil extérieur, galvanomètre et tuyaux du gaz, sol, plaque de cuivre, fil extérieur, galvanomètre; et R_1 la résistance du circuit : plaque de fer, sol, plaque de cuivre, fil extérieur et galvanomètre. Soit R' la résistance de la bobine et R'' celle du relais. Les résistances totales seront : R; $R + R'$; $R + R''$ et R_1; $R_1 + R''$; $R_1 + R'$.

Les expériences qui ont été entreprises afin de trouver le rapport de ces quantités ont été suffisamment concordantes pour le but actuel ; il y a eu cependant, entre les valeurs de R, $R + R'$ et $R + R''$, lorsqu'elles étaient déterminées dans des jours différents, de petits écarts dépassant, ce me semble, ce qui peut être attribué aux erreurs d'observation. Cela tient probablement à ce que le sol faisait partie du circuit. Il se pourrait que la loi de Ohm, relative au rapport entre les résistances et les intensités, ne fût pas parfaitement rigoureuse quand on l'applique à des circuits dont une couche de terrain fait partie. Cette première supposition me paraît cependant peu probable; mais ce point particulier mériterait d'être éclairci par une étude spéciale qui, je crois, n'a jamais été entreprise. Il se peut aussi que la couche de terre intercalée entre les plaques de métal varie un peu d'un jour à un autre quant à la résistance qu'elle présente. On sait, en effet, entre autre après les belles recherches de MM. Matteucci[1] et Bréguet, que le sol offre des résistances notables aux courants lorsque les électrodes sont peu éloignées l'une de l'autre, et que cette résistance devient sensiblement nulle seulement lorsque les plaques extrêmes sont séparées par une grande distance. Dans mes expériences, les conducteurs étaient fort rapprochés ; le terrain représentait donc sûrement une certaine résistance et il me semble assez naturel d'admettre que, suivant son état d'humidité, cette résistance pouvait changer quelque peu.

Quoi qu'il en soit, il résulte de ces remarques que les rapports des résistances R, $R + R'$, $R + R''$ ne peuvent

[1] *Ann. de Chimie et Phys.*, 3me série, tome XL.

pas être considérés comme parfaitement fixes; voici, comme exemple des variations possibles, les valeurs trouvées à l'aide des déterminations faites dans trois jours successifs :

Circuit gaz-fer.

	R	$R+R'$	$R+R''$
6 février 1866.	1	3.8	19,1
7 » »	1	3,9	19,6
8 » »	1	3,9	19,7

On jugera peut-être que si la loi de Ohm ne s'appliquait pas aux circuits dont le sol fait partie, les divergences seraient plus considérables que celles qui résultent des nombres précédents et le faible écart qu'il y a d'un jour à l'autre s'explique plus probablement par une légère variation dans la conductibilité du terrain lui-même.

Les chiffres précédents s'appliquent à un circuit qui comprend une couche de terre d'environ 30 mètres d'épaisseur entre les conducteurs métalliques. Le circuit fer-cuivre, comprenant seulement une couche de un mètre à peu près, donne lieu à des résultats un peu différents. On a trouvé, le 2 mars, comme moyenne de plusieurs déterminations assez concordantes :

R_1	R_1+R'	R_1+R''
1	3.2	16,0

En comparant R_1+R' avec la moyenne des valeurs de $R+R'$ on trouve :

$$\frac{R}{R_1} = \frac{3,2-1}{3,8-1} = 0,79$$

En comparant R_1+R'' avec la moyenne des valeurs de $R+R''$ on obtient :

$$\frac{R}{R_1} = \frac{16-1}{19.46-1} = 0,81$$

Les deux valeurs ainsi obtenues pour le rapport de R à R_1 sont donc convenablement concordantes. S'il n'y avait, entre les deux circuits R et R_1, d'autre différence que l'épaisseur de la couche terrestre traversée, ce résultat serait en contradiction avec celui qu'a obtenu M. Matteucci. Ce savant, en effet, a trouvé [1] que, pour des épaisseurs de terrain inférieures à une soixantaine de mètres, la résistance *augmente* avec l'épaisseur de la couche interposée. Dans l'exemple ci-dessus, on voit au contraire que la résistance est plus grande dans le circuit qui possède la couche de un mètre que dans celui qui comprend une couche de trente mètres. Mais il faut remarquer que, dans ce dernier circuit, l'un des conducteurs est formé par les tuyaux du gaz qui sont en contact avec le sol par une très-grande surface, et il est probable que cette circonstance facilite le passage de l'électricité entre le sol et le métal.

4. Le procédé employé pour constater et mesurer le courant de polarisation secondaire était le suivant :

On lançait dans le circuit, pendant un temps déterminé, le courant de la pile. Dans le circuit était intercalé la boussole, qui donnait l'intensité du polariseur, et un levier-clef d'appareil télégraphique dans sa position de repos. Les fils étaient disposés d'une façon telle qu'il suffisait de presser sur le bouton du levier-clef pour exclure la pile et la boussole et pour renfermer immédiatement le circuit en y comprenant alors le galvanomètre. Il s'écoulait ainsi un temps extrêmement court, une petite fraction de seconde, entre la cessation du courant polariseur et

[1] Mémoire cité.

l'introduction du galvanomètre servant à observer le courant de polarisation.

Il y avait naturellement à tenir compte de l'intensité du courant des plaques, état naturel, en quelque sorte, du circuit et auquel la polarisation venait s'ajouter en plus ou en moins suivant le sens du polariseur. On notait donc à plusieurs reprises, avant l'expérience, la position de l'aiguille du galvanomètre sous l'influence du courant des plaques et c'est relativement à cette position que s'estimait l'intensité de la polarisation.

Afin de ne pas trop étendre les tableaux qui suivent, je me suis borné à y indiquer les intensités (colonne I) des courants telles qu'elles résultent de la table, puis les *différences* (colonne P) qui expriment après une, deux, trois, etc., minutes l'intensité de la polarisation. — Dans chaque expérience, A représente l'intensité du courant des plaques.

L'agitation de l'aiguille, au moment où le galvanomètre était intercalé dans le circuit, ne permettait malheureusement pas de juger la déviation, et par conséquent l'intensité du courant de polarisation, immédiatement après l'interruption du polariseur. On verra cependant plus loin (§ 13) quelques essais destinés à estimer, au moins d'une façon approximative, cette polarisation du premier instant. Dans la plupart des cas, l'aiguille pouvait être observée après 15 secondes, mais parfois l'agitation était encore assez prononcée, et même après une demi-minute l'observation peut conserver quelque incertitude. Quoique le plus souvent j'aie noté l'intensité du courant de 30 secondes en 30 secondes, je me bornerai, dans les exemples qui suivent, à indiquer cette intensité de minute en minute jusqu'à la cinquième.

Afin d'avoir des résulats entièrement comparables, il aurait fallu opérer avec un courant primaire toujours exactement de même intensité. Cette condition n'a pas été rigoureusement remplie; les courants polariseurs ont produit, sur la boussole télégraphique, des déviations comprises entre 37°,5 et 35°,5. Pendant la durée même de chaque essai, l'intensité variait ordinairement de 1 à 1°,5. — En consultant la table de graduation de la boussole, on voit que 35°,5 équivalent à une intensité 1000 et 37°,5 à 1150 à peu près. Dans les résultats consignés plus bas, j'ai supposé que l'intensité de la polarisation était proportionnelle à celle du polariseur [1], ce qui peut être admis comme approximatif dans les limites restreintes où c'est appliqué ici. Tous les résultats ont été alors ramenés à une intensité 1000 du polariseur et ce sont les valeurs ainsi réduites qui sont indiquées dans les colonnes P.

Ces diverses essais enfin ont été exécutés dans le courant de l'hiver dernier et répétés un grand nombre de fois en variant le sens du polariseur. — Les tableaux suivants présentent un exemple pour chacun des cas. La durée du courant primaire est toujours de *dix minutes*.

5. CIRCUIT FER-CUIVRE.

Résistance totale $= R_1$.

I. Courant polariseur dirigé du cuivre au fer par le sol. A=290.

[1] D'après les expériences faites avec des électrodes de platine plongeant dans de l'acide sulfurique étendu, M. Poggendorff a trouvé que la polarisation augmente avec l'intensité du courant, mais d'une façon moins rapide que ne l'exigerait la loi de proportionnalité. — M. Wheatstone avait trouvé la polarisation indépendante de l'intensité du courant primaire. (De la Rive, *Traité d'électricité*, tome II.)

	I	P
Après $^1/_2$ minute	451,2	162,9
» 1 »	384,0	86,0
» 2 »	358,8	65,6
» 3 »	342,4	50,0
» 4 »	331,2	39,2
» 5 »	327,2	33,6

II. Courant polariseur dirigé du fer au cuivre par le sol. A=296,0.

Après 1 minute	235,6	66,0
» 2 »	263,2	36,0
» 3 »	270,0	24,0
» 4 »	275,2	22,8
» 5 »	279,2	18,4

Résistance totale $=R_1+R'$.

I. Courant polariseur dirigé du cuivre au fer. A=64,4.

	I	P
Après 1 minute	86,0	19,6
» 2 »	80,0	14,0
» 3 »	76,8	11,2
» 4 »	75,4	10,0
» 5 »	74,4	8,8

II. Courant polariseur dirigé du fer au cuivre. A=66,0.

Après $^1/_2$ minute	38,0	24,8
» 1 »	44,8	18,4
» 2 »	52,0	12,4
» 3 »	55,2	9,6
» 4 »	56,4	8,8

Résistance totale : R_1+R''.

I. Courant polariseur dirigé du fer au cuivre. A=13,6.

	I	P
Après $^1/_2$ minute	8,8	4,8
» 1 »	10,0	3,6
» 2 »	11,2	2.2
» 3 »	11,8	1,8
» 4 »	12,2	1,4
» 5 »	12,4	1,0

6. CIRCUIT GAZ-CUIVRE.

Résistance totale =R.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au cuivre par le sol. A=203,2.

	I	P
Après $^1/_2$ minute	123.2	72.0
» 1 »	148,8	49,6
» 2 »	170,4	30,0
» 3 »	180.0	21,2
» 4 »	184.0	17,6
» 5 »	186,8	15,2

II. Courant polariseur dirigé du cuivre au gaz. A=219,2.

Après $^1/_2$ minute	366	146,0
» 1 »	326	106,4
» 2 »	288	68,0
» 3 »	274	54,0
» 4 »	261.6	41,6
» 5 »	255,6	35,6

Résistance totale =R+R'.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au cuivre. A=36.

	I	P
Après $^1/_2$ minute	16.4	19,6
» 1 »	22,4	13,6
» 2 »	27.2	8.8
» 3 »	28,8	7,2
» 4 »	29,6	6,4

II. Courant polariseur dirigé du cuivre au gaz. A=57,2.

Après $^1/_2$	minute		84,0	24,4
»	1	»	78,0	18,8
»	2	»	70,4	12,0
»	3	»	67,6	9,2
»	4	»	66,4	8,4
»	5	»	64,8	6,8

Résistance totale =R+R″.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au cuivre par le sol. A=7,6.

			I	P
Après	1	minute	4	3,2
»	2	»	5,2	2,2
»	3	»	6,0	1,4
»	4	»	6,4	1,1
»	5	»	6,8	0,8

7. CIRCUIT FER-GAZ.

Résistance totale =R.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au fer par le sol. A=166,0.

			I	P
Après $^1/_2$	minute		329,2	147,2
»	1	»	266,0	90,0
»	2	»	246,0	72,0
»	3	»	226,4	54,4
»	4	»	217,6	46,4
»	5	»	209,2	38,8

Résistance totale =R+R′.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au fer par le sol. A=36.

	I	P
Après $^1/_2$ minute	8,3	25.2
» 1 »	13,6	20,4
» 2 »	18,8	15,6
» 3 »	22,0	13,2
» 4 »	24,0	10,8
» 5 »	25,8	9.6

II. Courant polariseur dirigé du fer au gaz par le sol. A=26,0.

Après $^1/_2$ minute	0	23,6
» 1 »	8,8	15,6
» 2 »	12,8	12,0
» 3 »	16,0	9,2
» 4 »	18.8	6,4
» 5 »	20,0	5,6

Résistance totale =R+R″.

I. Courant polariseur dirigé du gaz au fer par le sol. A=7,6.

	I	P
Après $^1/_2$ minute	12,8	5,2
» 1 »	12,0	4,4
» 2 »	10,4	2,8
» 3 »	9,2	1.6

II. Courant polariseur dirigé du fer au gaz par le sol. A=8,0.

Après $^1/_2$ minute	1,6	5,6
» 1 »	3,3	4.0
» 2 »	4,3	3,0
» 3 »	5,2	2,4
» 4 »	5,8	1,9

8. Les résultats consignés ci-dessus montrent de la façon la plus sûre que *les conducteurs métalliques, plongés dans le sol, se polarisent lorsqu'ils ont été parcourus par un courant.*

Le courant de polarisation secondaire, marchant toujours en sens inverse de celui qui lui a donné naissance, s'est produit dans les trois circuits qui ont été expérimentés; ce courant diminue rapidement d'intensité après la cessation du courant polariseur. Sous ce rapport donc, les plaques métalliques servant à conduire des courants dans le sol se comportent comme les électrodes plongeant dans les liquides électrolytiques de nos expériences de laboratoire. — On admet que les courants de polarisation résultent de la décomposition électrolytique des milieux traversés, décomposition dont les produits apparaissent à la surface des électrodes; d'une autre part, on admet que toute électrolyse n'a lieu que quand le corps situé entre les électrodes est conducteur de l'électricité. A cet égard donc, *le sol se comporte entièrement comme un conducteur liquide ordinaire*[1].

9. Si l'on intercale des résistances entre les plaques de terre, les courants de polarisation présentent une intensité moindre. Cela était à prévoir puisque ces courants proviennent d'une force électro-motrice qui est constante pour les mêmes électrodes et pour une même intensité du polariseur.

Il est facile de voir, au moins approximativement, en

[1] M Svanberg a montré qu'il n'y a de polarisation que sur les surfaces métalliques où des gaz les dégagent (*Archives des Sc. phys. et natur.*, t. IV). MM. Lenz et Saweljev arrivent à la même conclusion dans leur travail considérable sur le pouvoir électromoteur des gaz (*Ann. de Chimie et de Phys.*, t. XX). Cette conclusion s'applique probablement aussi aux plaques métalliques plongées dans le sol, et on doit se figurer ainsi que ces plaques donnent lieu, pendant le passage du courant, à une décomposition chimique des substances (de l'eau surtout) contenues dans le sol.

groupant convenablement *les expériences qui précèdent,* dans quelle mesure a lieu cet affaiblissement du courant de polarisation. — Si l'on prend la moyenne des intensités, après une minute, lorsque la résistance est

R, on trouve	82,0 . . .	1
$R+R'$ . . .	28,8 . . .	$\frac{1}{3,6}$
$R+R''$ . . .	3,8 . . .	$\frac{1}{21.6}$

La moyenne des intensités, à la quatrième minute, est :

avec la résistance	R.	35,2 . . .	1
» »	$R+R'$. . .	10,6 . . .	$\frac{1}{3.3}$
» »	$R+R''$. . .	2,0 . . .	$\frac{1}{17.3}$

Or, les trois résistances R, $R+R'$ et $R+R''$ sont entre elles (§ 3) comme 1 : 3,9 : 19,4. On voit donc que *les courants de polarisation sont affaiblis à peu près dans la proportion suivant laquelle les résistances employées augmentent.* — Il est probable que, pour trouver une proportionnalité rigoureuse, la comparaison avec les résistances devrait se faire en prenant les intensités des courants au moment même où le circuit est rétabli et non pas après un temps plus ou moins long.

Cette influence bien prononcée des résistances est probablement la seule cause des résultats négatifs rapportés dans mon précédent mémoire. Il s'agissait alors, en effet, d'une ligne de 97000 mètres de fil entre Lausanne et Berne, et on peut aisément voir dans quelle mesure elle devait affaiblir les courants de polarisation. Le relais employé ci-dessus (R'') équivaut, à peu près, à 14000 mètres du fil des lignes télégraphiques. La résistance R seule est donc équivalente environ à 800 mètres du même fil. On vient de voir que $R+R''$ affaiblit le

courant de polarisation, après une minute, d'une façon telle que ce courant n'est que 3,8 pour un polariseur égal à 1000. En supposant une résistance de 97000 mètres et en admettant que l'intensité du courant de polarisation soit inversement proportionnelle à la résistance, on trouve facilement que si la ligne Lausanne-Berne avait été intercalée dans le circuit ci-dessus, le courant de polarisation, après une minute, aurait été seulement 0,0006 du courant polariseur. Ce résultat rentre tout à fait dans les limites de la conclusion posée § 29 du mémoire cité. — Il ne faut pas oublier, toutefois, que ces rapprochements demeurent entachés d'un élément d'incertitude dû à ce que les plaques de terre de la ligne Lausanne-Berne n'étaient point identiques à celles qui ont servi aux expériences précédentes et qu'elles étaient situées dans un terrain différent[1].

10. On peut probablement appliquer les considérations précédentes au cas où l'on recueille, dans des circuits télégraphiques aboutissant à des conducteurs plongés dans le sol, les courants spontanés dus à l'action naturelle du globe terrestre. On sait que ces courants spontanés présentent une intensité exceptionnelle à l'époque des aurores boréales et lorsqu'il y a des perturbations magnétiques. Un courant spontané, dirigé pendant quelque temps dans un certain sens, pourra sans doute provoquer une polarisation secondaire des électrodes; mais le courant de polarisation ne sera un peu sensible que si la ligne a une faible longueur. Il n'est donc guère possible, sous ce rapport-là, d'établir des comparaisons rigoureuses

[1] Les plaques de la ligne Lausanne-Berne avaient un mètre carré de surface.

entre les résultats obtenus sur des lignes présentant des résistances différentes, puisque sur l'une les courants de polarisation pourront fort bien avoir une valeur qui n'est pas à négliger, tandis que sur l'autre leur effet sera considérablement réduit. Cette remarque me semble ne pas devoir être négligée à une époque où la question des courants terrestres, et des moyens d'observer ces courants, préoccupe avec raison les physiciens.

11. On peut aisément voir quelle est l'*influence du sens du courant* en comparant les intensités de la polarisation, après un même temps, dans les deux cas possibles; c'est-à-dire lorsque le polariseur va du cuivre au fer ou du fer au cuivre. Voici les résultats de cette comparaison d'après les expériences des §§ 5 et 6 :

Si l'on cherche quelle est l'intensité moyenne du courant de polarisation, à la deuxième minute, on trouve 39,9 quand le courant est dirigé du cuivre au fer, par le sol, et 21,8 pour le sens inverse. Ces deux valeurs sont entre elles = 1,8 : 1. — En faisant la même recherche pour la quatrième minute, on trouve 24,8 et 13,9, ces nombres sont entre eux = 1,7 : 1.

On voit donc que *la polarisation est plus forte quand le courant va du cuivre au fer par le sol.* Si l'on admet que les conducteurs en fer et en cuivre, placés dans le sol, se comportent comme des électrodes plongées dans un liquide conducteur, on voit que le courant de polarisation est plus fort lorsque le cuivre est électrode positive.

12. Il m'a paru intéressant de voir, au moins dans certaines limites, quelle est *l'influence de la durée du cou-*

rant polariseur, et quelques expériences ont été dirigées, en vue de cette question, avec le circuit fer-gaz. — Des courants de même intensité, mais de durées différentes, ont été lancés dans ce circuit, puis on a noté l'intensité de la polarisation comme dans les essais précédents. Voici les moyennes déduites d'un assez grand nombre d'expériences ; les courants polariseurs étaient toujours dirigés du fer au gaz par le sol :

DURÉE du POLARISEUR.	INTENSITÉ DE LA POLARISATION APRÈS :				
	$^1/_2$ m	1 m	2 m	3 m	4 m
10 minutes.	120,4	78,3	61,0	45,2	39,6
2 »	18,0	11,2	7,6	4,8	4,0
1 »	11,6	7,8	4,4	2,8	2,2
$^1/_2$ »	8,5	4,1	2,3	0,8	

On voit, ce qui devait être attendu, que la polarisation diminue avec la durée du polariseur, quoiqu'on ne puisse pas, du tableau ci-dessus, déduire des relations simples. En cherchant le rapport entre l'intensité à la troisième minute et l'intensité après trente secondes, on trouve :

pour un polariseur de 10 m. de durée $\frac{1}{2,7}$
» » 2 m. » $\frac{1}{3,8}$
» » 1 m. » $\frac{1}{4,1}$
» » $^1/_2$ m. » $\frac{1}{10,6}$

Ainsi, *à mesure que le courant polariseur dure moins longtemps, la polarisation qu'il provoque s'affaiblit plus promptement à partir du premier instant.*

13. Mais il y a aussi quelque intérêt à savoir quelle

est l'*intensité de la polarisation immédiatement après la cessation du polariseur*. Ce n'est que par des précautions convenables que cette question peut être résolue à l'aide du galvanomètre, attendu que les mouvements de l'aiguille, durant les premières secondes, empêchent absolument de voir quelle serait l'intensité du premier moment. Si l'intensité du courant demeurait constante, à partir de la fermeture du circuit, on pourrait, suivant une méthode connue, déduire la déviation finale de l'aiguille de son impulsion initiale; mais cette condition n'est point réalisée ici.

Soit a^0 la déviation de l'aiguille sous l'influence du courant normal des plaques, soit b^0 la déviation qu'elle présenterait, au premier instant, sous l'influence du courant des plaques moins celui de polarisation. Ce courant de polarisation serait alors égal à l'intensité de a^0 moins l'intensité de b^0. Si, avant l'introduction du galvanomètre dans le circuit, l'aiguille est maintenue immobile sur un point du cadran plus rapproché de a^0 que ne l'est b^0, la première impulsion l'*éloignera* de a^0; si elle est immobilisée sur un point plus éloigné de a^0 que ne l'est b^0, la première impulsion la *rapprochera* de a^0. Il suffira donc de procéder à quelques essais et à quelques tâtonnements pour trouver des limites entre lesquelles est sûrement comprise la déviation b^0 et par conséquent l'intensité du premier moment. — Afin de maintenir l'aiguille immobile en divers points du cadran, autres que 0°, on a employé un aimant placé à une distance convenable. Cet aimant était écarté au moment même où l'on manœuvrait le levier-clef. Dans les exemples qui suivent, le courant polariseur donnait 36° à la boussole télégraphique; son intensité était donc sensiblement 1000. Sa direction était telle

que la polarisation tendait à rapprocher l'aiguille de 0°.

I. Le courant normal des plaques produit une déviation de 33°. L'aiguille est immobilisée sur 18° pendant que le polariseur agit durant *cinq* minutes. Au moment de la manœuvre du levier-clef et de l'éloignement de l'aimant, l'aiguille se meut lentement, mais nettement, vers 20° ; elle se rapproche donc de 33°. — La différence d'intensité entre 33° et 18° est 71,6 (4 fois 17,9): donc l'intensité de la polarisation, au premier instant, dans cette expérience-là, est au plus égale à 71,6.

II. Le même essai a été répété pendant le même temps, l'aiguille étant immobilisée à l'avance sur 25°. Lors du rétablissement du circuit, l'aiguille se jette vers 20°, donc elle s'éloigne de 33°. L'intensité de 33°—25° est 42,8 ; donc l'intensité, au premier instant, est supérieure à 42,8. — Ainsi, après cinq minutes du courant polariseur, l'intensité du premier instant est sûrement comprise entre 42,8 et 71,6 ; mais plus probablement très-près de 71,6 d'après la vitesse des déplacements de l'aiguille.

III. Position normale de l'aiguille 37°,8. Polariseur durant *une* minute. Aiguille immobilisée sur 31°. — Lors du rétablissement du circuit, l'aiguille se porte vers 32 à 33°. L'intensité correspondant à 37°,8—31° est 39,2 ; donc, au premier moment, le courant de polarisation avait une intensité inférieure à 39,2.

IV. Position normale de l'aiguille 36°,3. Polariseur durant *une* minute. Aiguille immobilisée sur 32°,5. — Au rétablissement du circuit, l'aiguille se porte vers 31° pour revenir bientôt en arrière. L'intensité correspondant à la différence 36°,3 — 32°,5 est 25,6. Donc, après une minute du polariseur, l'intensité de la polarisation est comprise entre 25,6 et 39,2.

V. Position normale de l'aiguille 33°,5. Polariseur durant *une demi-minute*. Aiguille immobilisée à l'avance sur 28°. — Au moment du rétablissement du circuit, l'aiguille se porte vers 29 à 30°. On en conclut que le courant de polarisation est inférieur à 30,8.

VI. Le même essai est répété après avoir immobilisé l'aiguille sur 30°. Lors du rétablissement du circuit, il y a une impulsion vers 29° ; d'où l'on conclut que la polarisation est supérieure à 20. — Ainsi, après un polariseur de une demi-minute, la polarisation, au premier instant. est sûrement comprise entre 20 et 30,8.

Lorsque le relais est introduit dans le circuit et que la résistance est par conséquent R+R″, la position de l'aiguille, sous l'influence du courant des plaques, est si voisine de 0° qu'il n'est pas nécessaire de l'immobiliser en un point du cadran plus rapproché de cette position normale. Voici un essai fait dans ces conditions :

VII. Position normale de l'aiguille : 1°,4. Le polariseur est lancé durant *trois* minutes. Lors de la manœuvre du levier-clef, l'aiguille se porte immédiatement, quoique lentement, vers 1°, puis 1°,1, etc. Donc, au premier instant, la polarisation était sûrement inférieure à 5,6. — Il est à remarquer, pour ce dernier essai, que si le relais était suffisamment sensible ou le courant de polarisation assez fort, ce courant se manifesterait par un mouvement de l'ancre de cet appareil. Jamais, dans mes expériences, le relais n'a été actionné d'une façon appréciable par le courant de polarisation du premier moment, et il ne pouvait pas l'être, puisque cet instrument exige une intensité de 60 à 80 (3 à 4° de la boussole télégraphique) pour que l'ancre soit attirée.

14. Les courants qu'emploie la télégraphie ont une intensité à peu près égale à celle des courants polariseurs employés dans les expériences précédentes: mais leur durée est beaucoup moindre. Quant à la résistance des lignes sur lesquelles ces courants sont lancés, elle est généralement beaucoup plus considérable que celle du circuit R qui a servi aux essais du § 13. Dans l'expérience VII, où la résistance totale était d'environ 14800 mètres de fil télégraphique, l'intensité du courant de polarisation, au moment du rétablissement du circuit, était inférieur à 0,0056 du courant polariseur, intensité, on l'a vu, insuffisante pour produire un mouvement dans l'ancre du relais. — Il résulte, ce me semble, de ces considérations, que dans les opérations télégraphiques les courants de polarisation doivent être insensibles sur les longues lignes; si peut-être on les aperçoit, grâce à des appareils très-délicats, cela doit être seulement sur les lignes de peu d'étendue[1].

15. Lorsque un courant polariseur a parcouru un circuit pendant un temps un peu long et qu'il produit une polarisation prononcée, il arrive souvent que l'aiguille, au lieu de revenir exactement à sa position primitive, dépasse cette position quelque peu et n'y arrive qu'après un nouveau mouvement en sens inverse. — Voici deux

[1] Il est évident que cette conclusion, comme celles du § 10, ne peut être généralisée sans quelques réserves relatives à l'influence que peuvent avoir la dimension et la substance des conducteurs ainsi que la nature du terrain où ils plongent. On sait, par les expériences de M. Becquerel, que la polarisation diminue quand la surface des lames augmente, et M. Svanberg a trouvé que le degré de poli des lames employées exerce aussi une influence prononcée.

exemples de ce fait observés avec le circuit gaz-cuivre :

Le 24 juin 1865.	l'aiguille	indiquait			. .	56°,5.
» 25	»	»	»	»	. .	56°,4.
» 26	»	»	»	»	. .	56°,1.

Le 26 juin, on lança un courant polariseur donnant 60° à la boussole pendant 15 minutes. Après une minute, l'aiguille indiquait 46°,0 ; après 2 minutes, 47°,5; après 5 minutes, 55°,8 ; après 13 minutes, 56°,8 ; après 1 heure 10 minutes, 57°,2 : après 1 heure 37 minutes, 57°,3. — Le lendemain, 27 juin, l'aiguille était revenue à 56°,7 ; le 28 juin, à 56°,5 : le 29 juin, à 56°,4.

Le 29 juin, on lança, pendant vingt minutes, un nouveau courant donnant 50° à la boussole. Après l'interruption, on nota : après 1 minute, 50°,8 ; après 10 minutes, 56°,2 ; après 26 minutes, 57°,0 ; après 1 heure 28 minutes, 57°,1 : après 6 heures 40 minutes, 57°,3. Le lendemain, 30 juin, l'aiguille était revenue à 56°,2.

Ainsi, dans ces deux exemples, une heure après le rétablissement du circuit, la polarisation avait non-seulement tout à fait disparu, mais l'aiguille avait encore dépassé d'environ 1° sa position primitive d'équilibre, position vers laquelle elle est revenue plus tard.

NOTE

SUR

LA PERTURBATION MAGNÉTIQUE

DU 21 FÉVRIER 1866

PAR

M. L. DUFOUR

Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

On sait que le 21 février dernier, une perturbation magnétique considérable s'est fait sentir dans une partie de l'Europe et a affecté, d'une manière très-prononcée, les appareils magnétiques de divers observatoires et un certain nombre de lignes télégraphiques.

A Rome et à Livourne, les appareils signalèrent une « énorme perturbation [1]. » — A Paris, la perturbation fut forte également [2]. La déclinaison magnétique, à 9 heures du matin, était exceptionnellement faible, ainsi que la force horizontale. L'inclinaison était de plusieurs minutes supérieure à sa valeur moyenne. — A Munich [3], à 7 heures du matin, la déclinaison était de 20′ supérieure à la moyenne; l'intensité était notablement affaiblie et elle continua à diminuer considérablement jusqu'à 8 ½ heures. A 10 heures, la déclinaison était de 10′ inférieure à la moyenne. Des variations plus faibles se continuèrent tout le jour.

[1] *Bulletin de l'Observatoire de Paris*, nº du 22 février 1866.

[2] *Bulletin de l'Observatoire de Paris*, nº du 23 février 1866.

[3] *Wochenbericht der Königl. Sternwarte*, nº 35.

A peu près en même temps, des courants spontanés se sont produits sur un grand nombre de lignes télégraphiques. Entre 5 et 6 heures du matin, on avait au bureau de Genève des courants constants et énergiques sur les lignes de Bâle, Berne, Milan, etc. Dans la matinée, les relations télégraphiques entre Genève et Paris, Berne et Paris, furent gênées par la présence, dans les lignes, de courants spontanés assez intenses pour affecter les appareils. — A St-Gall, des courants spontanés apparurent tout à coup, vers 5 heures du matin, sur toutes les lignes et durèrent à peu près deux minutes. — A Zurich, on remarqua, à 5 heures aussi, un courant sur la ligne de Coire; l'intensité variait de 15 à 25°. Un phénomène semblable se produisit sur la ligne de Rheinfelden-Bâle. La boussole présenta une déviation de 24° qui diminua lentement jusqu'à 0° pour se produire après en sens inverse. Ce fait se répéta plusieurs fois pendant environ 40 minutes[1].

Cette production de courants électriques sur des lignes étendues, coïncidant avec un orage magnétique, a été constatée dans quelques occasions déjà; mais ce qui me paraît devoir être signalé, c'est que, le 21 février également, des courants exceptionnels ont aussi été constatés dans un des circuits *très-courts* qui ont servi aux expériences précédentes. — Le galvanomètre, en effet, était intercalé dans le circuit gaz-cuivre depuis plusieurs jours déjà, et présentait une déviation normale de 43° environ. Dans la matinée du 21 février, lorsque je voulus entreprendre une expérience sur la polarisation secondaire, je fus surpris de trouver des mouvements tout à fait ex-

[1] Je dois ces renseignements, sur les observations dans les bureaux suisses, à l'obligeance de M. le directeur fédéral des télégraphes.

ceptionnels de l'aiguille. La déviation variait de 4 à 5° d'une façon irrégulière, intermittente. Dans l'espace de quelques minutes, l'aiguille passa de 44 à 40°, puis elle revint à 45° et ses déplacements se continuèrent tantôt lents, tantôt assez brusques. La variabilité était tout à fait semblable, sauf l'intensité, à ce qui s'observe en pareil cas dans les lignes télégraphiques où les boussoles accusent aussi des courants intermittents et de sens variable. Cette agitation fut pour moi inexplicable, parce que je ne soupçonnais point qu'une perturbation magnétique pût se faire sentir dans un aussi court circuit et que j'ignorais d'ailleurs, à ce moment-là, l'existence d'une perturbation semblable. Ces mouvements variables de l'aiguille furent observés et notés entre 10 et 11 heures du matin ; je n'ai malheureusement pas continué à les suivre, parce que je n'y attachais pas alors une grande importance, et c'est seulement le jour suivant que la perturbation magnétique, générale en Europe, me fut connue par le *Bulletin de l'Observatoire de Paris* et par les renseignements de M. le Directeur des télégraphes à Lausanne.

On admettra sans doute comme extrêmement probable que la perturbation électrique de mon court circuit, dans la matinée du 21 février, avait pour cause l'influence générale qui agissait au même moment sur les longues lignes télégraphiques et ce fait me semble avoir quelque intérêt, puisque les deux plaques extrêmes de ce circuit sont séparées seulement par une couche de terrain qui n'a pas plus de 30 mètres d'épaisseur.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

J. C. Poggendorff. Ueber Störung....... Sur la perturbation que le voisinage de substances isolantes produit sur la décharge des appareils d'induction. (*Poggend. Annalen*, t. CXXVI, p. 57.)

Lorsqu'on fait passer la décharge d'un appareil d'induction entre deux électrodes à l'air libre, l'étincelle se produit en zigzag : la distance explosive, c'est-à-dire l'écartement des électrodes est donc plus court que la longueur de l'étincelle ; et si l'on pouvait rectifier le chemin parcouru par l'étincelle, on trouverait qu'il est plus long d'un tiers ou d'un quart que la distance explosive. — M. Poggendorff a voulu voir ce qui se produirait en forçant l'étincelle à se propager en ligne droite, par exemple en la faisant passer au travers d'un tube de verre. Dans ce cas il a reconnu que la distance explosive (qui devient alors identique avec la longueur de l'étincelle) non-seulement n'augmente pas, mais encore devient notablement plus courte qu'à l'air libre. Ainsi, avec un tube capillaire, la distance explosive qui était de huit pouces et demi à l'air libre, diminuait de deux pouces ; dans des tubes plus larges, de une à huit lignes de diamètre intérieur, la distance explosive était encore notablement diminuée. Des tubes de taffetas ciré ou de caoutchouc produisent le même effet, et il en est encore de même lorsqu'on fait passer l'étincelle entre deux lames de verre, ou même simplement le long d'une seule lame de verre près de laquelle on place les électrodes. — Il n'est pas nécessaire pour que ce raccourcissement de la distance explosive se manifeste, que l'étincelle passe dans toute

sa longueur dans le voisinage du verre. On peut se borner à introduire chacune des électrodes dans un bout de tube de verre et cela suffit pour diminuer considérablement la distance à laquelle les étincelles peuvent jaillir. — Cette sorte de résistance que les tubes de verre opposent au passage de l'étincelle, est souvent rendue évidente par le fait que la décharge, au lieu de passer à l'intérieur du tube, se produit en suivant une ligne en zigzag à l'extérieur du tube.

Cette diminution de la distance explosive cesse complétement de se manifester lorsqu'on recouvre extérieurement les tubes de verre traversés par l'étincelle avec une feuille d'étain ou même avec du papier mouillé. Il n'est pas nécessaire que le tube entier soit recouvert d'étain, et en tout cas il ne faut pas que l'armature se rapproche trop des électrodes si l'on ne veut pas que la décharge passe par l'extérieur du tube. Avec des tubes armés d'étain, la distance explosive devient non-seulement égale, mais même plus forte qu'à l'air libre; l'étincelle se propage en zigzag à l'intérieur du tube, de manière à toucher fréquemment les parois de verre dans la partie recouverte d'étain; dans les parties non armées du tube elle paraît plus mince et moins brillante. — Quand on écarte suffisamment les électrodes, l'étincelle disparaît dans la partie du tube recouvert, en sorte que l'on observe deux étincelles partant des électrodes et allant jusqu'à l'armature sans s'atteindre mutuellement.

Quelques autres phénomènes analogues peuvent aider à expliquer ces faits :

Si l'on pose légèrement, et sans la coller, une bande de feuille d'étain sur un tube, on voit que, lorsqu'on fait passer des étincelles dans un tube, la feuille d'étain se courbe et vient adhérer au verre. Cela montre que le verre et l'étain sont fortement électrisés. — Cet état électrique est mis encore plus clairement en évidence par l'expérience suivante : on prend une bande de feuille d'étain longue et étroite et on la place à cheval sur le tube à une certaine distance des élec-

trodes, de manière que les bouts de la bande pendent de chaque côté du tube. Quand on fait passer l'étincelle, ces bouts divergent comme les feuilles d'or d'un électromètre, et la divergence persiste quelque temps après le passage de l'étincelle. La bande est électrisée positivement si on la place sur le tube près de l'extrémité à laquelle l'électrode négative est adaptée, et *vice versâ*. — Si l'on recouvre le tube d'un simple anneau d'étain dans le voisinage des deux électrodes, on voit qu'un électromètre placé à une petite distance au-dessous des anneaux donne des signes d'électricité positive au-dessous de l'électrode positive, et l'électricité négative au-dessous de l'électrode négative. Si l'on touche les anneaux avec l'électromètre, ce dernier accuse de l'électricité positive du côté de l'électricité négative et *vice versâ*.

Ces faits montrent qu'à chaque extrémité du tube l'électricité s'écoulant de l'électrode sous la forme d'étincelle se transporte en partie sur la paroi intérieure du tube; elle repousse l'électricité de même nom, puis s'échappe rapidement dans l'air libre en laissant la paroi extérieure du verre chargée d'électricité de nom contraire. Il n'y a là que le rapide écoulement dans l'air de l'électricité de même nom qui puisse surprendre.

Il paraît par suite facile de comprendre que les électrodes, même avant le passage de l'étincelle, abandonnent une partie de leur électricité au verre sur lequel elle s'accumule et exerce une répulsion sur l'électricité de l'électrode, répulsion qui empêche l'étincelle de se produire, ou diminue tout au moins la distance explosive. — Mais quand le tube est armé d'étain, cette électricité accumulée sur la paroi intérieure du verre est dissimulée et ne repousse plus celle des électrodes [1].

[1] Le lecteur rapprochera sans doute les faits observés par M. Poggendorff de ceux que M. Perrot a signalés dans la note que nous avons insérée dans notre dernier numéro, t. XXV, p. 343.

M. GERARDIN. PILE A LA TOURNURE DE FER. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXII, p. 780.)

Ayant besoin pour diverses expériences d'une pile de faible tension, douée d'une force électromotrice considérable, et pouvant donner économiquement de grandes quantités d'électricité, j'ai modifié la pile de Bunsen de la façon suivante:

Je remplace la lame de zinc par des copeaux de fer ou de fonte. Une lame de fer plongeant au milieu de ces copeaux sert de rhéophore. La tournure de fer est plongée dans de l'eau ordinaire. Dans le vase poreux je mets une dissolution de perchlorure de fer additionnée d'eau régale.

L'électricité de cette dissolution est recueillie par un charbon servant de pôle positif. Il est formé de charbon de cornue pulvérisé et aggloméré avec de la paraffine, d'après le procédé de M. Carlier.

On peut donner à cette pile de très-grandes dimensions, et obtenir ainsi beaucoup d'électricité à un prix extrêmement minime [1].

[1] J'ai eu l'occasion de voir fonctionner, à Paris, un couple de la pile de Gerardin et d'en apprécier le pouvoir électromoteur. Ce couple avait seulement douze centimètres de hauteur environ, et la tournure de fer en était déjà en partie oxydée, néanmoins il aimantait d'une manière très-énergique un électro-aimant de grandeur ordinaire, et décomposait vivement l'eau avec un rapide dégagement des deux gaz; d'après M. Gerardin, avec les couples de grande dimension, la production d'oxygène et d'hydrogène est telle qu'il y aurait avantage à s'en servir dans les laboratoires de chimie à la place des appareils ordinaires à hydrogène et à chlorate de potasse. Le courant paraît conserver son intensité pendant un temps assez long. Outre son activité plus grande, cette pile, par la nature même des matériaux qu'elle emploie, est beaucoup plus économique que celle de Bunsen, car les prix de la fonte et du perchlorure de fer aiguisé de un quart de son poids d'eau régale ne sont pas à comparer avec ceux du mercure, du zinc et de l'acide nitrique. Malgré la présence d'eau régale libre, je n'ai pas remarqué qu'il y eût production de vapeurs nitreuses ou autres en quantité sensible. M. D.

Elie RITTER, Dr ès sciences. SUR LA THÉORIE DE LA GAMME.

La théorie géométrique de la gamme est devenue en France l'objet des recherches de plusieurs savants, depuis que M. Chevé a multiplié les cours de musique vocale, théorique et pratique, selon la méthode du Dr Paris, qu'il a perfectionnée. M. *Michel*, professeur à l'Ecole impériale de St-Cyr, vient de publier, dans le journal *Les Mondes*, n° du 5 avril 1866, un travail intéressant que lui a suggéré le fait de l'identité rigoureuse des différentes gammes que l'on peut former en partant d'une tonique quelconque. Ce travail est terminé par le tableau des nombres de vibrations et des longueurs de corde qui sont rélatifs à tous les degrés de l'échelle musicale usuelle, au nombre de trente-cinq. Dans le n° du 26 avril, M. *Rozé*, conservateur des collections à l'Ecole polytechnique, revient sur le même sujet dont les cours de M. Chevé l'ont aussi engagé à se préoccuper, et communique une expérience qui sert à trancher en faveur de la gamme des quintes la controverse qui règne entre celle-ci et la gamme des musiciens ou des traités. Si, dit-il, en écoutant une corde qui donne *fa*, *ut* ou *sol* pour son fondamental, on constate que le second harmonique est rigoureusement la_3, mi_3 ou si_3, on devra en conclure que la gamme des traités est la seule exacte. Dans cette gamme, en effet, la douzième et la dix-septième à partir d'*ut* sont exactement les intervalles du son fondamental aux deux premiers harmoniques, tandis que dans la gamme des quintes, la douzième seulement est l'intervalle du son fondamental au premier harmonique. Si, au contraire, le résultat est négatif, si le premier harmonique est exactement ut_3, sol_3, $ré_3$, il faut rejeter la gamme des traités et admettre celle des quintes. Or telle est la conclusion à laquelle conduit l'expérience.

MM. Michel et Rozé paraissent n'avoir aucune connaissance du Mémoire que M. le Dr Ritter a publié, en 1861, dans le tome VIII de l'Institut national genevois, sous le titre : *La*

gamme des musiciens et la gamme des géomètres. Il est inutile d'en faire l'analyse dans ce Recueil, après l'article que M. Alexandre-P. Prevost y a inséré. Au § 18 de cet article, l'auteur touche à la question de fait mentionnée par M. Rozé, et dont l'emploi de résonnateurs convenables, suivant la méthode de M. Helmholtz, fournira seule une solution définitive. Mais nous croyons nécessaire de reproduire ici une lettre que notre regretté et savant collègue écrivait à la date du 10 novembre 1861, dans laquelle il donne à sa manière de voir une expression d'une netteté saisissante.

« Je vous suis bien reconnaissant de l'obligeance que vous avez eue de m'envoyer les opuscules que M. Delezenne a publiés sur le sujet qui me préoccupe depuis six semaines.... J'ai lu ces mémoires avec un grand intérêt, mais ils n'ont fait que me confirmer toujours plus dans l'opinion que je me suis efforcé d'établir dans le travail que j'ai présenté aux deux dernières séances de la Société de Physique (il s'agit du mémoire sus-mentionné). J'ai même trouvé l'appui des aveux de M. Delezenne pour un argument que je n'ai fait qu'indiquer en deux mots à la dernière séance et que je vous demande la permission de développer ici à cause de son extrême simplicité et, je crois pouvoir dire aussi, de son caractère tout à fait concluant.

« A la page 7 de sa *Table des logarithmes acoustiques*, M. Delezenne présente la suite des notes

ré, fa, la, ut, mi, sol, si,

comme formant une suite de tierces alternativement mineures et majeures.

« A la page 12 de l'opuscule intitulé : *Sur les principes fondamentaux de la musique*, le même caractère est attribué à la suite des notes :

fa, la, ut, mi, sol, si, ré,

seulement les tierces sont ici alternativement majeures et mineures.

[1] *Archives*, 1862, t. XIII, p. 281.

« M. Delezenne m'accorde donc que, si j'ecris :

ut, mi, sol, si, ré, fa, la, ut.
M m M m m M m

j'aurai sept tierces dont trois majeures (M) et quatre mineures (m). Et si vous lisez la fin de la page 12 du dernier opuscule cité, vous verrez à quel point il considère comme évidente l'égalité des tierces majeures entre elles et des tierces mineures entre elles. Or ces aveux, sur des points d'ailleurs incontestables et incontestés, sont la consécration de la gamme des pythagoriciens et la condamnation de celle des géomètres ; c'est ce qu'un calcul tout élémentaire permet d'établir.

« Dans la succession des notes que j'ai écrites en dernier lieu (et qui constitue ce que les harmonistes appellent accord de quinzième de tonique, mode majeur, ton d'*ut*), il y a deux octaves parcourues. Si donc je désigne par 1 le nombre des vibrations de la tonique *ut*, sa double octave ou l'*ut* aigu de l'accord sera représenté par 4. Donc 4 divisé par 1, ou 4, sera l'intervalle entre les deux *ut*. Et comme cet intervalle contient quatre tierces mineures et trois tierces majeures, si j'appelle x l'intervalle d'une tierce majeure et y l'intervalle d'une tierce mineure, j'aurai :

$$(1) \qquad x^3y^4=4$$

D'un autre côté, une tierce majeure et une tierce mineure superposées l'une à l'autre forment une quinte dont la valeur incontestée est $\frac{3}{2}$; j'aurai donc aussi

$$(2) \qquad x\,y=\frac{3}{2}$$

(cette dernière équation se vérifie au point de vue de M. Delezenne, parce que $\frac{5}{4}\times\frac{6}{5}=\frac{30}{20}=\frac{3}{2}$). J'élève l'équation (2) à la quatrième puissance, il vient

$$x^4y^4=\frac{81}{16}$$

Je divise cet équation par l'équation (1) membre à membre, il vient

$$x = \frac{81}{64}$$

d'où je déduis par l'équation (2)

$$y = \frac{27}{16}$$

« Donc la tierce majeure vaut $\frac{81}{64}$ comme le veut la gamme des pythagoriciens et non pas $\frac{5}{4}$ comme l'exige celle des géomètres, et la tierce mineure vaut $\frac{27}{16}$ conformément à la première gamme et non $\frac{6}{5}$ comme le demande la seconde. Je ne peux donc pas m'empêcher de conclure que la gamme grecque est la vraie gamme.

« Je ne sais pas si je me fais illusion, mais il m'est impossible de ne pas voir un caractère de la vérité dans ces confirmations inattendues qui viennent (tantôt par la théorie comme ici... tantôt par l'expérience comme j'en donne un exemple dans mon travail) offrir un contrôle si frappant qu'il ne semble pas qu'on puisse y opposer la moindre objection.

« Cette malheureuse tierce des géomètres $\frac{5}{4}$ me semble un lit de Procuste dans lequel ils ne peuvent faire entrer la gamme des musiciens qu'en la dénaturant ou la mutilant. C'est cette idée, selon moi bien malheureuse, qui a conduit au comma syntonique de $\frac{81}{80}$ qui joue un si grand rôle dans les travaux bien remarquables de M. Delezenne ; mais qui, au fond, n'est pour moi que l'expression de l'erreur des géomètres et doit disparaître de la théorie de l'acoustique. Le vrai comma, ou comma enharmonique est plus fort ; c'est l'inter-

valle entre le dièze d'une note et le bémol de la note supérieure.

« La seule objection sérieuse que j'ai rencontrée dans les travaux de M. Delezenne, c'est celle qui résulte des expériences directes sur le *mi* ou sur la tierce majeure (*Acoustique, cordes vibrantes*, pages 41, 42, 43). J'avoue qu'elle a de la force. Mais le mémoire de M. Drobisch que je cite dans mon travail contient des expériences *mieux faites au point de vue de la science*, qui sont en complet désaccord avec celles-là. Je dis mieux faites, parce que la méthode constante que suit M. Delezenne le conduit toujours à confirmer l'opinion préconçue qu'il veut vérifier et non pas à rechercher *où est la vérité?* Cela est si vrai qu'en 1827 il avait une opinion qu'il a appuyée sur des expériences suivant le plan constant qu'il a adopté; un peu plus tard il change d'avis (*Expérience sur le Ré*), nouvelles expériences faites sur le même plan et qui confirment les nouvelles vues en contradiction avec les anciennes, lesquelles cependant avaient été établies par l'expérience. — Ce fait altère un peu la confiance qu'on doit attribuer aux observations de ce savant; dans mon travail j'avais critiqué son mode d'expérimentation, mais je ne prévoyais pas que mes critiques rencontreraient un point d'appui dans l'ouvrage postérieur à moi inconnu de l'auteur, qui se trouve forcé d'avouer implicitement que ses premières expériences étaient inexactes.

« Veuillez agréer. . . . . etc. Elie RITTER. »

Lorsqu'il traçait ces lignes, l'auteur souffrait déjà de la maladie qui l'a enlevé le 27 mars suivant à ses amis et à la science. Elles fournissent, avec son mémoire de 1861, la preuve qu'il a précédé MM. Michel et Rozé dans leur démonstration de la vérité de la gamme des quintes. Cette opinion est du reste professée à Genève depuis la même époque.

E. W.

CHIMIE.

M. C. WARREN. SUR UN PROCÉDÉ NOUVEAU POUR DÉTERMINER LE SOUFRE DES COMPOSÉS ORGANIQUES AU MOYEN DE LA COMBUSTION DANS LE GAZ OXYGÈNE AVEC LE PEROXYDE DE PLOMB. (*Silliman's American Journal*, janvier 1866.)

L'auteur, dans une communication antérieure « sur un procédé d'analyse organique élémentaire par la combustion dans un courant d'oxygène[1], » s'était occupé exclusivement de la détermination du carbone et de l'hydrogène de quelques hydrocarbonés liquides volatiles. Il vient d'employer le même procédé pour déterminer la quantité de soufre renfermé dans quelques composés sulfureux de même nature. Le soufre n'étant, comme on le sait, que partiellement convertible en acide sulfurique par suite de sa combustion dans l'oxygène, M. Warren a eu recours à la réaction bien connue de l'acide sulfureux avec le peroxyde de plomb, réaction par laquelle la première de ces substances est convertie en entier en acide sulfurique. De plus, en disposant convenablement le peroxyde de plomb dans le tube à combustion, et en maintenant ce peroxyde à une température suffisamment élevée pour empêcher la condensation de la vapeur aqueuse dans le tube, il est parvenu à déterminer, au moyen d'une seule et même portion de la substance soumise à l'analyse, la quantité de carbone, d'hydrogène et de soufre qu'elle renfermait. Les modifications suivantes ont été introduites dans l'appareil décrit par l'auteur dans le mémoire rappelé plus haut.

Le tube à combustion (fig. 1) est garni d'asbeste pur fortement tassé entre les points *a* et *b*, l'espace entre *b* et *c*, d'environ 2 pouces.

Fig. 1.

a *b* *c* *d*

[1] Voyez *Proceedings of the American Academy*, 1864, p. 251.

restant vide. Au point *c* se trouve placé un tampon d'asbeste pur. L'espace entre *c* et *d*, de 3 à 4 pouces, est rempli d'un mélange d'asbeste pur et de peroxyde de plomb, et un second tampon d'asbeste est placé au point *d*. Comme la quantité d'acide sulfurique formé doit être déterminé par suite de son absorption par le peroxyde de plomb, il est essentiel, afin de ne pas avoir à traiter la totalité de l'asbeste renfermé dans le tube pour doser l'acide sulfurique, que le tampon d'asbeste placé en *c* soit assez compacte pour rendre impossible le passage de particules quelconques de peroxyde à travers son tissu. Ainsi qu'il a été dit ailleurs, le but de l'auteur, en mêlant de l'asbeste avec le peroxyde de plomb, est d'empêcher la formation d'un petit canal ou espace vide le long de la partie supérieure du tube. Il suffit alors d'une très-petite colonne du mélange d'asbeste et de peroxyde pour assurer la conversion de la totalité de l'acide sulfureux. La combustion se passe d'ailleurs de la même manière que lorsqu'il s'agit de déterminer le carbone et l'hydrogène seuls, sauf que la portion du tube qui renferme le peroxyde, est maintenue à une chaleur suffisante pour empêcher la condensation de l'eau dans cette 'partie du tube, mais pas assez intense pour décomposer le peroxyde de plomb. L'eau formée est absorbée, comme d'ordinaire, dans un tube à chlorure de calcium, et l'acide carbonique par l'appareil à boules de Liebig.

Lorsque la combustion est terminée et le tube suffisamment refroidi, on en retire soigneusement, au moyen d'un fil de fer recourbé, le mélange de peroxyde de plomb et d'asbeste qu'on place dans un gobelet en verre. On renverse ensuite le tube à combustion, et on l'introduit par son extrémité *bd* dans un second tube un peu plus large, disposé verticalement et fermé à son extrémité inférieure. On traite alors le mélange de peroxyde et d'asbeste renfermé dans le gobelet en verre avec une forte solution de bicarbonate de soude, et on l'y laisse pendant vingt-quatre heures, en secouant fortement de temps en temps. On verse de même une

solution de bicarbonate de soude dans le tube dans lequel a été introduit le tube à combustion, jusqu'à ce que le niveau du liquide ait atteint un point sur ce dernier tube situé un peu au-dessus du point où était placé le tampon *c*, et on laisse le tout en repos pendant quelques heures, comme précédemment. Lorsqu'on juge que la réaction est terminée, on filtre la solution contenue dans le gobelet en verre, ainsi que celle renfermée dans le tube vertical, en ne pas oubliant de de rincer soigneusement la partie antérieure du tube à combustion. On lave ensuite à grande eau le mélange d'asbeste resté sur le filtre, et après avoir concentré le liquide filtré par l'évaporation, on précipite l'acide sulfurique par le chlorure de barium.

Les résultats suivants de l'analyse du bisulfure de carbone indiquent le degré d'exactitude qu'on peut obtenir par l'emploi de ce procédé.

Première analyse. — 0,1414 gramme de bisulfure de carbone a fourni 0,0808 d'acide carbonique et 0,8592 de sulfate de baryte.

			Résultat calculé.	Trouvé.
Carbone . . .	C	6	15,79	15,61
Soufre. . . .	S_2	32	84,21	83,70
			100,00	99,31

Seconde analyse. — 0,274 gramme de la même substance a fourni 0.158 d'acide carbonique et 1,6768 de sulfate de baryte.

			Résultat calculé.	Trouvé.
Carbone . . .	C	6	15,79	15,73
Soufre. . . .	S_2	32	84,21	84,05
			100,00	99,78

L'auteur dit avoir obtenu des résultats également satisfaisants en appliquant un procédé analogue à l'analyse de corps contenant de l'hydrogène.

W. LOSSEN. UEBER DAS HYDROXYLAMINE. SUR L'OXYAMMONIAQUE OU HYDROXYLAMINE. (*Zeitschrift für Chemie.* nouvelle série, t. I. p. 551.)

L'auteur a découvert dans l'oxyammoniaque ou hydroxylamine une base intéressante en ce que sa composition correspond à de l'ammoniaque combinée avec un atome d'oxygène, sa formule est donc $Az\,H^3O$ [1].

L'oxyammoniaque se prépare en faisant réagir l'hydrogène naissant sur l'éther azotique. On prend pour cela 50 p. d'éther azotique, 128 p. d'étain et 500 p. d'acide chlorhydrique d'une densité égale à 1.12. Le mélange s'échauffe sans grand dégagement d'hydrogène ; après le refroidissement on fait bouillir pour chasser l'alcool régénéré et l'excès d'éther azotique qui peut avoir échappé à la réaction, puis on élimine l'étain par l'acide sulfhydrique. La liqueur filtrée et concentrée laisse déposer en premier lieu du sel ammoniac, puis du chlorhydrate de la nouvelle base. Pour séparer complétement ce dernier du chlorure ammonique, il faut le faire bouillir avec de l'alcool absolu qui le dissout, et après cela le transformer en chloroplatinate, lequel est soluble ; on l'obtient parfaitement pur en le soumettant à des cristallisations répétées. L'équation suivante rend compte de la formation de l'oxyammoniaque.

$$\underbrace{C^2H^5AzO^3}_{\text{Éther nitrique.}} + 6H = \underbrace{AzH^3O}_{\text{Oxyammoniaque.}} + H^2O + \underbrace{C^2H^5,HO.}_{\text{Alcool.}}$$

Le chlorhydrate d'oxyammoniaque $Az\,H^3O,H\,Cl$ cristallise soit en prismes semblables à ceux de l'urée, soit en tables hexagonales irrégulières, suivant qu'il s'est déposé dans l'alcool ou dans l'eau. Il est encore stable à $+110°$, mais au delà il fond et se décompose en azote, acide chlorhydrique, eau et sel ammoniac.

[1] O=16. S=32. C=12.

Le sulfate d'oxyammoniaque est précipité en aiguilles par l'alcool de sa dissolution aqueuse : il est neutre et renferme un atome d'eau.

L'oxalate est neutre et anhydre ; sa dissolution aqueuse concentrée le laisse déposer en prismes brillants.

Le nitrate constitue un liquide visqueux que la chaleur décompose en eau et bi-oxyde d'azote.

L'oxyammoniaque s'obtient libre en décomposant le sulfate par la quantité strictement nécessaire d'eau de baryte ou de potasse alcoolique ; dans ce dernier cas, il faut éliminer le sulfate de potasse par l'alcool. La dissolution de cette base supporte assez bien l'ébullition. et elle ne laisse aucun résidu après l'évaporation.

Le cyanhydrate d'oxyammoniaque doit être isomère avec l'urée ; cependant, lorsqu'on neutralise la base par l'acide cyanhydrique, on obtient un produit qui n'est ni de l'urée ni un cyanhydrate. M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr J. Knoch. Die Naturgeschichte, etc. L'histoire naturelle du Bothriocéphale large. (*Mémoires de l'Acad. imp. de St-Pétersbourg*, 7e livr., V, N° 5, 1862.) — Prof. Leuckart. Les parasites de l'homme. (*Die menschlichen Parasiten.* 3te Lieferung. Nachtrag, 1863.) — Gabriel Bertolus. Sur le développement du Bothriocéphale. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. 57, p. 569.)

L'histoire naturelle du Bothriocéphale humain est restée jusqu'à présent très-imparfaitement connue. Le développement de ce parasite était en particulier très-problématique. Les observations successives d'abord de M. Knoch, puis de M. Leuckart et de M. Bertolus sont venues soulever un coin du voile. D'après M. Knoch, confirmé par les deux savants dont les noms précèdent, les œufs des Bothriocéphales se dé-

veloppent dans l'eau fluviale. Les œufs fraîchement pondus ne renferment qu'un paquet de globes vitellins que M. Knoch fait dériver d'une segmentation du vitellus, mais qui seraient, d'après M. Leuckart, sécrétés directement par le vitellogène et ne prendraient aucune part immédiate à la formation de l'embryon. Ces œufs paraissent rester stationnaires dans l'eau pendant plusieurs mois. Au bout de ce temps seulement, l'évolution de l'embryon a lieu et celui-ci quitte l'enveloppe de l'œuf sous la forme d'un corps arrondi, couvert de cils vibratiles sur toute sa surface. Cet embryon cilié, signalé du reste déjà par Schubart, nage dans l'eau d'un mouvement gyratoire lent, comparé par M. Leuckart à celui des Volvox. Les cils vibratiles sont beaucoup plus minces et délicats que ceux des embryons de Trématodes. Leur longueur, d'après M. Leuckart et M. Bertolus, serait fort considérable, puisqu'elle atteindrait au moins la moitié du diamètre de l'animal.

L'embryon cilié renferme dans son intérieur une larve muni de six crochets, tout à fait semblable aux embryons de tænia. Au bout de quelques jours, l'enveloppe vibratile se déchire et la larve sort. Mais jusque-là seulement les trois auteurs précités sont d'accord, et c'est au fond la seule partie du développement du Bothriocéphale qui soit désormais acquise d'une manière définitive à la science. M. Knoch, dont les recherches sur ce sujet sont de beaucoup les plus étendues, a fait des expériences fort nombreuses dans le but de poursuivre le développement de ces larves. Il a tout naturellement cherché en première ligne à déterminer leur migration dans le corps d'animaux aquatiques (Crustacés, Phryganes, Planorbes, Cyprins, Epinoches, Grenouilles, Tritons); toutes ces expériences ont donné des résultats négatifs. En revanche, M. Knoch croit avoir obtenu une fois, mais une seule fois, des Bothriocéphales dans l'intestin d'un jeune chien, auquel il avait fait avaler un grand nombre d'embryons ciliés. L'exemple d'un autre chien, dans l'intestin duquel se seraient trouvés sept Bothriocéphales quatre mois après que l'animal aurait avalé

un grand nombre de Proglottides, conduit même l'auteur à penser que les œufs peuvent donner directement lieu au développement du ver, sans que l'embryon cilié doive nécessairement nager au dehors. Si ces observations de M. Knoch étaient à l'abri de toute contestation, elles autoriseraient des conclusions importantes. Elles montreraient que l'homme peut s'infester de Bothriocéphales en buvant l'eau des lacs et des rivières où nagent les embryons. Toutefois, nous sommes d'accord avec M. Leuckart pour considérer les expériences de M. Knoch comme insuffisantes. Ce dernier leur accordait une grande valeur, parce que, dans sa pensée, l'existence du Bothriocéphale humain dans l'intestin du chien était un fait nouveau. Toutefois, cette opinion est erronée et l'existence accidentelle du Bothriocéphale chez les chiens paraît avoir été déjà connue même de Pallas. D'ailleurs, l'existence de crochets chez la larve renfermée dans l'embryon cilié rend très-vraisemblable que le Bothriocéphale doive passer par une phase plus ou moins analogue à celle de Cysticerque, c'est-à-dire séjourner dans les organes d'un autre animal avant d'arriver à sa forme définitive dans l'intestin de l'homme. Il est probable qu'il faudra chercher cet hôte intermédiaire parmi les Entomostracés ou d'autres petits animaux aquatiques. Dans tous les cas, il semble évident que l'usage pour les besoins domestiques de l'eau non filtrée des lacs et des rivières est la cause principale de la fréquence du Bothriocéphale dans la plaine suisse, une partie de la Pologne, les environs de Toulouse et quelques autres contrées.

Japetus Steenstrup. Om Flynderslaegten, etc. Sur les Plies du genre Zeugopterus et la structure de leur cavité branchiale. *(Oversigt over d. kongl. Danske Vidensk. Selsk. f. Aaret* 1865, p. 95—112.)

Dans une monographie publiée en 1835 sur les Pleuronec-

tes du Sund et du Cattégat, M. Gottsche a établi plusieurs genres nouveaux qui n'ont pas en général trouvé faveur parmi les zoologistes. L'un de ces genres, celui des Zeugoptères, avait été caractérisé par l'auteur comme présentant une réunion de la nageoire anale aux nageoires ventrales par un repli cutané partant des derniers rayons de celles-ci. M. Krœyer, dans son histoire des poissons du Danemark, a rejeté ce genre comme fondé sur un caractère dont l'importance secondaire ne saurait être que spécifique. M. Steenstrup est d'accord avec M. Krœyer quant à la valeur de ce caractère, mais il conserve néanmoins le genre Zeugoptère, parce que le caractère en question n'est jamais isolé, mais se présente toujours en connexion avec d'autres. Le plus important de ces autres caractères est une déviation constante, soit de la nageoire anale, soit de la nageoire dorsale vers le côté aveugle, déviation qui ne doit pas être sans influence sur la manière de nager de l'animal. En outre, les écailles des Zeugoptères sont hérissées de petites dents et le contour de leur corps, ainsi que leur coloration paraissent présenter certaines particularités communes à toutes les espèces. Mais la preuve la plus évidente que le groupe des Zeugoptères forme bien une division naturelle parfaitement délimitée, c'est la découverte par M. Steenstrup d'une particularité anatomique très-singulière, sans exemple chez les autres Pleuronectes. En effet, chez les Zeugoptères, la cloison verticale osseuse qui sépare les deux cavités branchiales l'une de l'autre est percée d'une large ouverture, de telle manière que l'eau peut passer librement de l'une des cavités branchiales à l'autre. La portée physiologique d'une semblable disposition semble encore être assez problématique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1866.

Le 3, forte gelée blanche le matin ; faible halo solaire de 10 heures 30 m. à 3 heures.

5, gelée blanche le matin.

6, rosée le matin ; de 1 h. 15 m. à 4 h. on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire et de 3 h. 30 m. à 4 h. 30 m. les deux parhélies.

7, gelée blanche le matin, minimum + 1°,9 ; de 6 h. à 6 h. 15 m. du matin on voit les deux parhélies. Eclairs et tonnerres de 5 h. 50 m. à 6 h. 45 m. du soir ; l'orage passe du SO. au NE. et atteint sa plus grande intensité de 6 h. à 6 h. 5 m., il tombe en ce moment une forte averse mêlée de grêlons.

9 et 10, dans la soirée, lumière zodiacale très-intense et étendue.

13, forte rosée le matin ; halo solaire partiel à plusieurs reprises dans la journée.

15, lumière zodiacale jusque vers 10 h. du soir.

16, halo solaire de 1 h. 30 m. à 5 h. 30 m.

19, couronne lunaire toute la soirée.

27, belle couronne lunaire dans la soirée.

30, halo solaire de 8 h. 45 m. à 9 h. 30 m.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 2 à 7 h. matin ...	715,01
Le 5 à 8 h. matin...	724,44		
		6 à 2 h. après-m..	721,15
7 à 10 h. soir.....	726,89		
		8 à midi	724,45
10 à 8 h. matin...	727,68		
		11 à 4 h. après-m..	724,00
15 à 10 ½ h. matin.	736,06		
		19 à 10 h. soir.....	724,68
21 à 10 h. soir.....	731,42		
		23 à 4 h. après-m..	727,20
24 à 8 h. matin...	731,04		
		30 à 5 h. soir.....	712,44

GENÈVE. — AVRIL 1866.

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône.		Limnimètre à midi
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		pouces
1	718,73	— 5,65	+ 7,71	+1,19	+ 5,8	+12,0	5,98	+1,07	789	+ 66	550	990	2,8	2	SSO. 1	0,93	...	...	32,0
2	716,34	— 8,01	+ 3,59	—3,06	+ 1,5	+ 7,2	5,28	+0,33	892	+170	700	930	13,9	9	variable	0,89	7,7	+ 0,6	31,5
3	718,59	— 5,74	+ 4,66	—2,12	— 0,5	+ 8,7	4,74	—0,25	747	+ 26	420	890	...	..	N. 1	0,69	7,0	— 0,2	30,7
4	721,78	— 2,53	+ 6,45	—0,47	+ 3,3	+11,0	4,36	—0,67	621	— 99	450	670	...	..	SSO. 2	0,52	7,0	— 0,3	30,5
5	723,43	— 0,86	+ 6,36	—0,70	— 0,4	+12,9	4,75	—0,32	662	— 58	400	930	...	..	N. 1	0,23	7,1	— 0,2	30,5
6	721,40	— 2,87	+ 7,30	+0,10	+ 3,6	+12,3	5,94	+0,82	781	+ 62	610	840	...	..	N. 1	0,93	7,5	+ 0,1	30,3
7	725,07	+ 0,82	+ 9,19	+1,86	+ 1,9	+16,9	6,65	+1,48	761	+ 42	510	960	5,2	1	variable	0,39	7,9	+ 0,4	30,2
8	725,47	+ 1,24	+ 9,87	+2,40	+ 7,4	+15,5	6,71	+1,50	755	+ 37	610	870	6,5	5	SSO. 2	0,83	...	.....	29,7
9	726,22	+ 2,00	+ 7,29	—0,32	+ 3 8	+11,0	6,24	+0,98	827	+110	620	950	0,3	1	variable	0,70	7,9	+ 0,3	29,3
10	727,14	+ 2,93	+10,34	+2,59	+ 6,0	+15,4	4,99	—0,32	564	—153	300	750	...	..	SO. 2	0,27	8,0	+ 0,3	29,0
11	725,15	+ 0,95	+10,25	+2,36	+ 3,3	+17,0	5,97	+0,61	654	— 62	390	850	...	..	SSO. 1	0,68	7,8	0,0	29,0
12	727,99	+ 3,80	+12,03	+4,00	+ 9,9	+15,8	7,60	+2,19	741	+ 25	570	780	2,4	4	SSO. 3	0,78	7,8	0,0	28,5
13	729,28	+ 5,10	+10,98	+2,81	+ 5,0	+17,5	7,05	+1,59	730	+ 14	530	950	...	..	N. 1	0,37	7,8	— 0,1	28,5
14	728,50	+ 4,32	+10,10	+1,79	+ 8,1	+13,8	8,50	+2,99	925	+209	790	960	10,4	17	SSO. 1	1,00	7,6	— 0,4	28,5
15	735,68	+11,50	+ 8,70	+0,25	+ 6,1	+13,0	5,61	+0,04	693	— 22	410	970	. .	..	N. 2	0,46	...	.....	28,7
16	733,35	+ 9,17	+ 9,02	+0,43	+ 2,9	+15,0	5,68	+0,05	680	— 35	400	920	...	..	N. 1	0,12	8,7	+ 0,6	28,8
17	729,69	+ 5,51	+14,03	+5,30	+ 4,4	+21,7	6,48	+0,79	566	—149	310	890	...	..	SO. 1	0,37	9,3	+ 1,1	29,0
18	727,61	+ 3,43	+12,07	+3,19	+ 9,6	+16,0	7,24	+1,49	709	— 6	530	850	0,9	2	variable	0,78	8,7	+ 0,4	29,2
19	726,35	+ 2,17	+13,61	+4,59	+ 6,2	+22,6	7,93	+2,12	696	— 19	380	940	...	..	N. 1	0,20	9,0	+ 0,6	29,5
20	726,88	+ 2,69	+11,35	+2,19	+ 9,2	+14,7	9,19	+3,32	927	+212	850	950	24,1	14	SSO. 1	1,00	9,4	+ 1,0	29,8
21	730,03	+ 5,83	+ 8,10	—1,21	+ 6,1	+13,1	6,76	+0,82	855	+140	720	930	1,0	1	N. 1	0,70	9,2	+ 0,7	30,2
22	729,76	+ 5,55	+ 8,28	—1,17	+ 3,3	+13,3	5,95	—0,05	732	+ 17	560	920	...	..	NNE. 2	0,29	...	.....	30,8
23	727,72	+ 3,50	+ 6,46	—3,14	+ 4,8	+10,6	5,13	—0,94	726	+ 11	610	770	...	..	N. 2	0,66	9,1	+ 0,4	32,5
24	730,06	+ 5,83	+ 7,96	—1,78	+ 3,0	+13,7	5,76	—0,38	725	+ 10	500	820	...	..	N. 1	0,13	9,7	+ 0,9	32,2
25	729,28	+ 5,03	+11,66	+1,77	+ 4,2	+18,9	6,90	+0,69	686	— 30	390	930	...	..	variable	0,51	9,9	+ 1,1	32,3
26	727,60	+ 3,33	+12,67	+2,64	+ 5,9	+18,2	7,17	+0,89	668	— 48	460	920	...	..	N. 1	0,30	10,2	+ 1,3	33,0
27	725,19	+ 0,90	+13,53	+3,35	+ 7,3	+18,5	8,85	+2,50	739	+ 43	630	910	...	..	N. 1	0,38	10,4	+ 1,4	33,0
28	721,49	— 2,82	+16,61	+6,29	+10,2	+23,2	8,18	+1,76	594	—122	400	760	0,4	1	SSO. 2	0,68	10,4	+ 1,3	33,0
29	719,11	— 5,23	+13,29	+2,82	+11,8	+18,1	10,29	+3,80	916	+200	790	950	2,6	5	variable	0,92	...	.....	33,0
30	714,38	— 9,99	+15,04	+4,42	+11,0	+20,4	10,09	+3,53	784	+ 67	510	980	...	..	N. 1	0,78	10,4	+ 1,1	33,2

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1866.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	722,50	722,66	722,90	722,56	722,11	721,88	722,21	722,83	723,01
2e «	729,16	729,55	729,59	729,12	728,81	728,49	728,51	728,92	729,10
3e «	726,24	726,33	726,24	725,65	724,95	724,40	724,33	724,83	725,07
Mois	725,97	726,18	726,24	725,78	725,29	724,92	725,02	725,53	725,73

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,36	+ 6,48	+ 8,28	+ 9,78	+10,96	+11,37	+ 9,27	+ 7,50	+ 6,24
2e «	+ 7,29	+10,06	+12,64	+13,98	+14,90	+15,41	+14,07	+11,78	+10,30
3e «	+ 8,16	+10,48	+12,19	+14,11	+15,02	+14,98	+13,98	+12,14	+10,56
Mois	+ 6,60	+ 9,01	+11,04	+12,62	+13,63	+13,92	+12,44	+10,47	+ 9,03

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,44	5,51	5,89	5,73	5,60	5,32	5,51	5,80	5,73
2e «	6,79	7,47	7,59	7,56	7,41	6,71	6,87	6,93	7,27
3e «	7,22	7,66	7,42	7,71	8,01	7,69	7,41	7,39	7,51
Mois	6,48	6,88	6,97	7,00	7,00	6,57	6,60	6,71	6,83

Fraction de saturation en millièmes.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade	866	749	719	638	575	535	635	752	803
2e «	882	809	691	644	598	532	590	677	779
3e «	871	797	684	636	624	603	620	700	779
Mois	873	785	698	639	599	557	615	710	787

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	p.
1re décade	+ 3,24	+12,29	0,64	7,51	28,7	30,37
2e «	+ 6,47	+16,71	0,58	8,46	37,8	28,95
3e «	+ 6,76	+16,80	0,53	9,91	4,0	32,32
Mois	+ 5,49	+15,27	0,58	8,62	70,5	30,55

Dans ce mois, l'air a été calme 1 sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,99 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 63,8 O. et son intensité est égale à 22,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1866.

Le 3, brouillard depuis 2 heures du soir.
7, brouillard depuis 10 heures du matin.
8, brouillard toute la journée.
9, brouillard toute la journée.
14, brouillard presque toute la journée.
15, brouillard le matin et le soir.
20, brouillard presque toute la journée.
21, id.
22, id.
24, brouillard jusqu'à 8 heures du matin.
25, brouillard jusqu'à 10 heures du matin.
29, brouillard depuis 4 heures du soir.
30, brouillard presque toute la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à 10 h. soir	564,98	Le 2 à 8 h. matin...	551,23
13 à midi	568,42	9 à 8 h. matin...	561,55
16 à 10 h. soir....	570,17	14 à 8 h. soir	565,75
26 à 10 h. soir.....	567,46	23 à 6 h. matin...	562,06
		30 à 10 h. soir	557,60

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1866.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum *	Température C. Maximum *	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	555,94	— 4,29	555,09	557,45	— 4,78	+ 0,98	— 6,0	— 2,5	30	7,8	7	NE. 1	0,98
2	552,35	— 7,92	551,23	554,12	— 7,75	— 2,11	—10,6	— 4,3	270	18,7	16	NE. 1	0,86
3	553,04	— 5,27	553,58	556,19	— 8,45	— 2,92	—12,2	— 6,1	.....	.....	......	variable	0,69
4	557,83	— 2,53	555,35	559,88	— 8,42	— 3,01	—10,0	— 6,1	.....	.....	......	SO. 1	0,50
5	559,92	— 0,49	559,51	560,22	— 6,32	— 1,03	— 8,2	— 3,0	.....	.....	......	variable	0,93
6	559,52	— 0,93	558,45	560,96	— 3,64	+ 1,53	— 6,1	— 1,6	70	14,8	16	NE. 1	1,00
7	563,92	+ 3,42	562,20	564,98	— 3,29	+ 1,76	— 4,2	— 1,5	60	7,6	6	NE. 1	1,00
8	563,49	+ 2,94	562,51	564,13	— 4,84	+ 0,09	— 5,0	— 3,0	50	4,5	4	NE. 1	1,00
9	562,26	+ 1,66	561,55	562,93	— 6,12	— 1,31	— 6,5	— 4,0	30	8,6	9	NE. 1	0,99
10	563,45	+ 2,79	562,37	564,84	— 4,80	— 0,12	— 9,8	— 2,0	.....	.....	......	SO. 1	0,10
11	564,13	+ 3,42	563,84	564,40	— 2,90	+ 1,65	— 5,4	+ 0,2	.....	.....	......	SO. 1	0,53
12	565,38	+ 4,61	563,93	566,98	+ 0,91	+ 5,33	— 2,0	+ 6,4	.....	1,6	8	NE. 1	0,86
13	568,20	+ 7,37	567,37	568,42	+ 1,40	+ 5,69	— 2,4	+ 6,2	.....	.....	......	NE. 1	0,18
14	566,49	+ 5,60	565,75	567,32	— 0,25	+ 3,91	— 3,0	+ 3,3	.....	4,0	8	SO. 1	0,99
15	567,92	+ 6,97	565,79	569,21	— 5,77	— 1,74	— 6,8	— 2,9	.....	.....	......	NE. 2	0,88
16	569,81	+ 8,80	569,14	570,17	+ 2,43	+ 6,33	— 4,0	+ 8,2	.....	.....	......	calme	0,00
17	568,57	+ 7,49	567,40	569,42	+ 3,36	+ 7,12	— 0,2	+ 8,2	.....	.....	......	calme	0,22
18	565,97	+ 4,82	565,04	566,73	+ 2,25	+ 5,88	+ 0,1	+ 6,9	.....	5,1	3	NE. 1	0,70
19	566,37	+ 5,15	566,09	567,27	+ 3,21	+ 6,71	— 1,9	+ 8,1	.....	.....	......	NE. 1	0,02
20	564,85	+ 3,56	564,36	565,35	— 0,14	+ 3,22	— 2,4	+ 3,0	30	9,3	30	variable	1,00
21	564,06	+ 2,70	563,62	565,03	— 4,86	— 1,64	— 5,8	— 2,0	.....	.....	......	NE. 2	0,97
22	564,19	+ 2,75	563,73	564,53	— 4,29	— 1,21	— 6,8	+ 0,4	.....	.....	......	NE. 1	0,83
23	562,72	+ 1,21	562,06	563,91	— 3,38	— 0,44	— 5,6	+ 1,0	.....	.....	......	NE. 1	0,46
24	566,13	+ 4,54	565,13	567,02	— 2,47	+ 0,33	— 5,0	+ 2,2	.....	.....	......	SO. 1	0,62
25	566,54	+ 4,87	566,36	566,76	— 1,65	+ 1,01	— 4,8	+ 0,9	.....	.....	......	calme	0,54
26	566,74	+ 4,99	565,83	567,46	+ 1,19	+ 3,71	— 3,3	+ 4,2	.....	.....	......	calme	0,11
27	566,51	+ 4,68	565,90	567,26	+ 1,86	+ 4,24	+ 1,2	+ 4,0	.....	.....	......	SO. 1	0,40
28	564,78	+ 2,86	564,35	565,29	+ 5,62	+ 7,86	+ 2,5	+12,2	.....	.....	......	SO. 1	0,83
29	561,64	— 0,36	561,16	562,34	0,00	+ 2,10	— 0,1	+ 0,2	40	24,2	14	variable	1,00
30	558,22	— 3,87	557,60	559,34	+ 0,04	+ 1,99	0,0	+ 1,0	50	28,5	15	SO. 1	1,00

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	558,83	558,80	559,24	559,49	559,46	559,38	559,52	559,87	560,02
2 «	566,40	566,66	567,08	567,05	566,88	566,81	566,76	566,73	566,82
3 «	564,04	564,17	564,34	564,32	564,21	564,01	564,00	564,25	564,31
Mois	563,09	563,21	563,56	563,62	563,52	563,40	563,42	563,62	563,71
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 7,34	— 5,73	— 4,52	— 3,92	— 3,85	— 4,35	— 5,25	— 5,99	— 6,40
2e «	— 2,25	+ 0,04	+ 2,24	+ 3,73	+ 4,11	+ 2,79	+ 0,68	— 0,85	— 1,21
3e «	— 2,08	— 1,24	+ 0,16	+ 2,10	+ 1,61	+ 0,78	— 0,14	— 1,53	— 1,59
Mois	— 3,89	— 2,31	— 0,71	+ 0,64	+ 0,62	— 0,26	— 1 57	— 2,79	— 3,07

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,86	— 3,41	0,80	62,0	510
2e «	— 2,80	+ 4,76	0,54	20,0	30
3e «	— 2,77	+ 2,41	0,68	52,7	90
Mois	— 4,48	+ 1,25	0,67	134,7	630

Dans ce mois, l'air a été calme 24 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,70 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 22,6 sur 100.

* Voir la note du tableau

RECHERCHES

SUR

LES COMBINAISONS DU TANTALE

PAR

M. C. MARIGNAC

Dans un mémoire sur les combinaisons du niobium, j'ai signalé l'isomorphisme du fluotantalate et du fluoniobate de potasse, et annoncé que l'analyse du premier sel, d'accord avec sa forme cristalline, rendait nécessaire de lui attribuer la formule KF,TaF^5 et d'admettre par conséquent, pour l'acide tantalique, la formule Ta^2O^5 analogue à celle de l'acide niobique.

Pour établir la convenance de ce changement, j'ai dû soumettre à une nouvelle étude les principales combinaisons du tantale, et je viens en exposer les résultats qui confirment entièrement cette manière de voir. Ce travail a été facilité par la possibilité que j'ai eue de me procurer une assez grande quantité d'acide tantalique, soit par le traitement des diverses variétés de columbite qui m'avaient servi pour mes recherches sur l'acide niobique, soit surtout par celui d'une partie considérable (1400gr) de columbite de Haddam que j'ai pu me procurer récemment par l'obligeante entremise de M. Dana, et qui s'est heureusement trouvée riche en acide tantalique (31,5 p. 100).

Je m'attacherai spécialement à décrire les composés dont j'ai fait moi-même l'étude; cependant je mention-

nerai en passant quelques combinaisons, connues par les travaux antérieurs de Berzélius et de H. Rose, et que je n'ai pas cherché à reproduire, pour montrer que leur composition s'accorde très-bien avec le changement de formule que je propose.

Poids atomique du tantale.

H. Rose a déduit le poids atomique de ce métal de la composition de son chlorure [1]. Mais nous savons maintenant que, dans les tantalites, il y a un mélange d'acide niobique et d'acide tantalique; il est donc probable que son chlorure de tantale a toujours été mélangé de chlorure niobique, ce qui a dû lui donner un poids atomique trop faible. Ce fait explique en même temps pourquoi l'analyse de ce chlorure a donné, à un aussi habile chimiste, des résultats aussi variables. En effet, dans douze analyses il a obtenu pour le chlore des nombres variant de 48,14 à 51,65, et pour l'acide tantalique, de 59,69 à 61,52. En admettant avec lui la formule TaO^2 pour l'acide tantalique, on déduirait de ces résultats pour le poids atomique du tantale des nombres variant de 131 à 153 (O=16). Rose lui-même, se basant sur la moyenne de celles de ces analyses qui lui inspiraient le plus de confiance, a admis le nombre 137,6 (860,2 pour O=100).

Si l'on part de ce nombre, et si l'on adopte la formule Ta^2O^5 pour l'acide tantalique, on trouve 172 pour le poids atomique du tantale; mais il est probable que ce nombre est trop faible.

L'analyse de composés parfaitement cristallisés et inal-

[1] *Poggendorff's Annalen*, t. XCIX, p. 80.

térables à l'air, comme les fluotantalates, m'a paru le meilleur moyen de reprendre cette détermination. Ceux de potasse et d'ammoniaque se prêtent surtout très-bien à cette recherche. En effet, ces sels sont faciles à purifier par cristallisation, ils ne renferment pas d'eau de cristallisation et peuvent être desséchés à 100 degrés sans subir d'altération. Leur analyse d'ailleurs peut se faire avec une assez grande exactitude.

Les premières analyses que j'ai faites du fluotantalate de potasse, purifié par plusieurs cristallisations, s'accordaient très-bien avec le poids atomique 172. Mais j'ai reconnu que cette coïncidence n'était qu'accidentelle, et due à ce que mon sel renfermait une petite quantité de fluosilicate de potasse. On conçoit en effet que la cristallisation en sépare bien les autres fluosels plus solubles que le fluotantalate, mais qu'elle ne peut en éliminer complétement un sel encore moins soluble que lui. J'ai dû décomposer tout ce sel par l'acide sulfurique pour en extraire un acide tantalique pur avec lequel j'ai pu préparer cette fois un fluotantalate de potasse parfaitement pur.

Ce sel est pesé après une dessication à 100 degrés, qui d'ailleurs ne lui fait subir qu'une perte de poids à peine sensible. On l'humecte avec un poids égal d'acide sulfurique pur et concentré, et l'on chauffe peu à peu jusqu'à ce que la matière, qui s'est d'abord complétement liquéfiée, soit redevenue sèche et solide par l'évaporation de l'acide sulfurique en excès à une température d'environ 400 degrés. Puis on fait bouillir avec de l'eau qui dissout le bisulfate de potasse et laisse un sulfate tantalique grenu, un peu cristallin, qui se lave avec une grande facilité, et qu'une forte calcination ramène à l'état d'acide

tantalique. La liqueur filtrée et les eaux de lavage sont évaporées à siccité dans une capsule de platine, et le résidu calciné jusqu'à fusion du sulfate neutre de potasse. Dans aucune de mes analyses je n'ai obtenu trace de résidu insoluble en redissolvant dans l'eau ce sulfate de potasse.

L'analyse, faite par cette méthode, de sels préparés et purifiés avec le plus grand soin, m'a donné les résultats suivants :

	Acide tantalique.	Sulfate de potasse.
	56,50 p. 100	44.37 p. 100
	56,75	44.35
	56.55	44.22
	56.56	44.24
Moyenne	56.59 p. 100	44.29 p. 100

Le rapport de ces nombres donne pour l'équivalent de l'acide tantalique $Ta^2O^5=444,6$, et pour le poids atomique du tantale 182,3.

Ces résultats montrent aussi que, dans cette méthode d'analyse des fluotantalates, on n'a à craindre aucune perte par volatilisation du fluorure de tantale. En effet, si l'on n'introduit dans le calcul que le poids du sulfate de potasse comparé à celui du fluotantalate, on trouve pour l'équivalent du fluotantalate de potasse $TaF^5,2KF=392,8$, d'où $Ta=181,8$. nombre très-voisin du précédent.

Pour déterminer ce même poids par l'analyse du fluotantalate d'ammoniaque, je me suis borné au dosage de l'acide tantalique, après m'être assuré, par une analyse préliminaire, que ce sel avait la même formule que celui de potasse. Ce dosage se ferait avec une très-grande pré-

cision, par une simple calcination avec l'acide sulfurique, si l'on pouvait préparer un fluotantalate d'ammoniaque absolument pur; mais il m'a été impossible de l'obtenir sans quelques traces de fluotantalate de potasse. Il faut donc procéder à son analyse exactement comme pour le sel précédent; l'évaporation à siccité des eaux de lavage, et la calcination du résidu donnent une petite quantité de sulfate de potasse. Il est facile de calculer la quantité de fluotantalate de potasse qui lui correspond et celle de l'acide tantalique qu'il a dû produire, et de corriger ainsi le poids du fluotantalate d'ammoniaque et de l'acide tantalique provenant de sa décomposition. Voici les résultats de ces analyses :

Fluotantalate.	Acide tantalique.	Sulfate de potasse.
1gr	0.630	0.006
2.153	1,360	0,009
2.032	1.284	0.009
2,016	1,278	0.004

Ce qui donne après correction :

Fluotantalate.	Acide tantalique.	
0,986	0,622 =	63.08 p. 100
2,133	1,349 =	63,24
2,012	1,273 =	63,27
2,007	1,273 =	63,42
	Moyenne	63,25 p. 100

Ainsi le fluotantalate d'ammoniaque subit, pour se convertir en acide tantalique, une perte de poids égale à 36,75 p. 100. Or cette perte correspond au remplacement de $2\,AzH^4 + 7F = 169$ par $\frac{5}{2}O = 40$, laissant une différence de 129.

Nous poserons donc la proportion :

$$36.75 : 100 :: 129 : x = 351.0$$

pour avoir l'équivalent du fluotantalate d'ammoniaque :

$$Ta\,F^5 . 2\,Az\,H^4F.$$

De là résulte :

$$Ta = 182.0.$$

Vu l'accord de ces déterminations, j'adopterai le nombre 182 pour le poids atomique du tantale. On voit que, comme on pouvait s'y attendre, il est un peu plus élevé que celui que l'on aurait déduit (172) des analyses du chlorure de tantale de H. Rose[1].

Je passe maintenant à l'examen des principales combinaisons de ce métal.

Acide tantalique.

D'après les résultats précédents, la composition de cet acide doit s'établir ainsi :

2 Ta	364	81.98
5 O	80	18.02
	444	100

[1] Il m'est impossible de ne pas signaler un rapprochement curieux, que mes nouvelles déterminations des poids atomiques du niobium et du tantale, manifestent entre ces corps et deux métaux offrant aussi une grande analogie, et qui vient s'ajouter aux remarquables exemples du parallélisme que M. Dumas a signalé entre diverses séries de corps simples formant des familles naturelles.

Nous avons, en effet, d'après les déterminations de ce savant :

Molybdène . . . . 96 Tungstène. . . . 184

et d'après les miennes :

Niobium. . . . . . 94 Tantale 182

Ses propriétés ont été étudiées par H. Rose d'une manière assez complète pour que je n'aie pas à y revenir.

D'après ce savant, sa densité peut varier de 7,03 à 8,25. J'ai trouvé moi-même 7,60 et 7,64 pour l'acide provenant de la fusion avec le bisulfate de potasse et 8,01 pour un acide extrait du fluotantalate d'ammoniaque calciné avec de l'acide sulfurique.

Il paraît extrêmement probable, d'après l'étude des tantalates, que cet acide, de même que l'acide stannique, l'acide antimonique, l'acide tungstique, etc., est susceptible de se présenter sous diverses modifications et de donner naissance à plusieurs séries de sels. Leur distinction n'a pu encore être faite et présenterait certainement de très-grandes difficultés. Mais je crois que l'on peut dès maintenant admettre l'existence des deux types suivants :

L'acide tantalique monobasique Ta^2O^5, dont les sels sont représentés par la formule MO, Ta^2O^5. C'est à ce type qu'appartiennent les tantalites, et les tantalates de potasse ou de soude insolubles qui prennent naissance lorsque des sels plus basiques sont calcinés au contact de l'air et traités ensuite par l'eau, ou lorsqu'on calcine l'acide tantalique avec les carbonates alcalins à une température insuffisante pour obtenir un produit entièrement soluble dans l'eau.

Un acide quadribasique, provenant de la condensation de trois molécules du précédent, et dont les sels sont représentés par la formule $3MO, 4Ta^2O^5$. Les tantalates de potasse et de soude de ce type cristallisent fort bien. On les obtient par la fusion de l'acide tantalique avec les alcalis ou les carbonates alcalins en excès. Leurs dissolutions se décomposent facilement et tendent à reproduire des sels insolubles du premier genre, que l'on ne peut

plus redissoudre par l'addition d'un excès de base, à moins d'une nouvelle fusion.

Je reviendrai plus loin sur ces sels.

Oxyde brun de tantale.

Berzélius a obtenu cet oxyde en calcinant fortement l'acide tantalique dans un creuset brasqué. Il a trouvé qu'il se convertit par le grillage en acide tantalique, en gagnant 3,50 à 4,20 p. 100 d'oxygène[1]. Ces résultats conduisent à la formule très-simple TaO^2. Suivant cette formule, en effet, ce bioxyde exige 3,74 p. 100 d'oxygène pour passer à l'état d'acide tantalique.

Sulfure de tantale.

H. Rose a montré[2] que l'on peut obtenir des combinaisons de soufre et de tantale assez variables suivant les circonstances de leur préparation et la température à laquelle elles ont été soumises. Toutefois, l'un de ces composés paraît avoir une composition très-constante : c'est celui qu'on obtient en chauffant à une haute température l'acide tantalique dans un courant de sulfure de carbone en vapeur. En effet, ce sulfure a été préparé et analysé par Berzélius[3], par H. Rose et par Hermann[4], et ces trois savants ont obtenu des résultats très-concordants.

100 parties de ce sulfure donnent par grillage :

89.60 et 89,74	d'acide tantalique	suivant Berzélius.
89.51	» »	suivant H. Rose.
90,00	» »	suivant Hermann.

[1] *Poggend. Annalen*, t. IV, p. 20.
[2] *Poggend. Annalen*. t. XCIX, 575.
[3] *Poggend. Annalen*, t. IV, p. 15.
[4] *Journal für praktische Chemie*, t. LXX, p. 195.

Ces nombres prouvent que ce sulfure correspond à l'oxyde brun, suivant la formule TaS^2 qui produirait 90,24 p. 100 d'acide tantalique.

Chlorure de tantale.

La composition de ce chlorure doit être la suivante :

		Calculé.	H. Rose.
Ta.....	182	50.63	
5 Cl. ..	177.5	49.37	48.14 à 51.65
	359.5	100	
$\frac{1}{2}$ T^2O^5..	222	61.75	59,69 à 61.52

La détermination de la densité de vapeur de ce chlorure serait très-intéressante, comme contrôle de l'exactitude de la formule que je lui attribue. Cette densité, il est vrai, a été déterminée par M. H. Deville, qui l'a trouvée de 10,9 [1]. Mais cette détermination ayant été faite à une époque où l'on ignorait la constante association de l'acide niobique et de l'acide tantalique, et le moyen de les séparer l'un de l'autre, il est permis de supposer que le chlorure de tantale sur lequel a été faite cette détermination pouvait être mélangé de chlorure de niobium, ce qui a dû rendre sa densité trop faible. Au reste le nombre trouvé par M. Deville ne s'accorderait pas mieux avec l'ancienne formule de Rose, qu'avec celle que je lui substitue. Suivant la première, en effet, la densité de vapeur devrait être 9,66, tandis que d'après celle que je lui attribue elle serait de 12,42.

[1] D'après une lettre particulière de M. Deville. En effet, dans sa notice (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 894), les chiffres relatifs aux densités de vapeur du chlorure de tantale et du chlorure de niobium ont été intervertis.

Tantalates de potasse.

L'étude des combinaisons de l'acide tantalique avec la potasse et la soude a été faite par H. Rose d'une manière si complète et si minutieuse, que j'aurais eu quelques doutes sur l'exactitude de la nouvelle formule que j'ai proposée pour l'acide tantalique si elle n'eût pu se concilier avec les résultats obtenus par cet habile chimiste. Mais il me sera facile, je crois, de montrer que non-seulement elle n'est point en contradiction avec eux, mais qu'elle fait disparaître quelques anomalies qu'il avait rencontrées dans cette étude.

Rose a obtenu et analysé [1] un très-grand nombre de tantalates de potasse, mais il me paraît inutile de m'arrêter sur plusieurs de ces composés insolubles qui ne sont évidemment que des produits d'une décomposition plus ou moins avancée, et dans lesquels les rapports de l'oxygène de la base à celui de l'acide seraient de 1 : 8, 1 : 9, 1 : 10, 1 : 12; on pourrait évidemment, en faisant varier les circonstances de la préparation, obtenir bien d'autres produits correspondant à autant de compositions différentes.

Je crois ne devoir m'arrêter qu'aux trois sels qui ne renferment pas un aussi grand excès d'acide et qui offrent des caractères mieux définis.

Tantalate basique. Rapports d'oxygène 1 : 1. Rose n'a pas obtenu ce sel à l'état isolé, mais il admet son existence dans un produit confusément cristallisé, obtenu par la concentration d'une dissolution renfermant du tantalate et du carbonate de potasse. Ces cristaux renfer-

[1] *Poggend. Annalen*, t. C, p. 351.

meraient une combinaison de ce sel avec cinq équivalents de carbonate de potasse.

A la rigueur un tantalate de potasse de cette composition n'aurait rien d'inadmissible; elle s'exprimerait par la formule $Ta^2O^5, 5KO$. Mais je ne puis admettre son existence. En effet, j'ai souvent fait cristalliser, par une évaporation très-lente, des dissolutions renfermant un mélange de tantalate et de carbonate, obtenues comme celle de Rose par la fusion de l'acide tantalique avec du carbonate de potasse. Or j'ai toujours pu distinguer et séparer les cristaux de ces deux sels qui se forment simultanément, et qui sont parfaitement reconnaissables par leurs formes.

Je crois donc que le produit analysé par Rose n'était qu'un mélange de ces deux sels, et le grand excès de carbonate qu'il renfermait ne permet pas de compter sur le rapport des proportions de l'acide tantalique et de la potasse.

Tantalate neutre[1]. Rose a préparé ce sel en lavant avec l'alcool le produit de la fusion de l'acide tantalique avec la potasse caustique. Il n'a point réussi à l'obtenir cristallisé.

Il admet que le rapport de l'oxygène de la base à celui de l'acide doit être celui de 1 : 4. Mais en réalité deux analyses de ce produit lui ont donné un assez fort excès de potasse que n'explique pas suffisamment la supposition qu'il fût souillé par quelques traces de carbonate.

Il est remarquable que ces analyses s'accorderaient as-

[1] Je conserve à ces sels les dénominations de tantalate neutre et de tantalate acide que leur a donné H. Rose. Mais, comme je l'ai remarqué à propos de l'acide tantalique, je crois qu'ils correspondent à deux modifications distinctes de cet acide.

sez exactement avec la composition d'un tantalate de potasse correspondant au niobate de potasse cristallisé qui se forme toujours dans des conditions analogues et que j'ai décrit dans un mémoire précédent [1]. On aurait en effet [2] :

		Calculé.	H. Rose.	
3 Ta^2O^5	1272	65.70	66.34	65.36
4 K^2O	376	19.42	20,97	20.07
16 H^2O	288	14.88	»	»
	1936	100		

Elles offrent encore un petit excès de potasse, mais assez faible pour qu'on puisse l'attribuer à une trace de carbonate.

Tantalate acide. Rapports d'oxygène, 1 : 5. Ce sel se produit par la calcination du précédent avec addition de carbonate d'ammoniaque; on enlève ensuite par lavage le carbonate de potasse. On voit que ce sel, que Rose considéra comme un mélange accidentel, correspond à la formule très-simple Ta^2O^5, K^2O.

En présence de ces résultats, j'aurais pu me dispenser de reprendre l'étude de ces sels, s'ils ne m'avaient pas indiqué comme très-probable l'existence d'un tantalate de potasse de même composition que le niobate cristallisé. Il m'a paru intéressant de rechercher s'il n'y aurait pas là un nouveau cas d'isomorphisme entre ces deux genres de sels.

L'expérience n'a pas tardé à confirmer cette prévision,

[1] Voyez *Archives*, t. XXIII, p. 251.

[2] Dans ce calcul j'adopte pour l'équivalent de l'acide tantalique le nombre calculé d'après les analyses mêmes de Rose. Cela est nécessaire pour tenir compte de la présence probable d'un peu d'acide niobique dans l'acide tantalique qui a servi à ses expériences.

et même, contre mon attente, je n'ai rencontré aucune difficulté dans la préparation de ce tantalate.

Si l'on fond l'acide tantalique au creuset d'argent avec deux ou trois fois son poids de potasse caustique, la masse refroidie se redissout complétement dans l'eau (pourvu que la potasse ne renferme pas de soude), ou ne laisse qu'un très-faible résidu. On laisse la dissolution s'éclaircir complétement par le repos et, après décantation, on la concentre par l'évaporation dans le vide, où elle donne naissance à une belle cristallisation.

On peut aussi fondre l'acide tantalique avec quatre à cinq parties de carbonate de potasse, à une température aussi élevée que possible. On fait ensuite digérer la masse fondue avec une très-petite quantité d'eau chaude, suffisante pour la ramollir, puis on jette le tout sur un filtre et on laisse égoutter le liquide en plaçant l'appareil sur une assiette contenant de l'eau et sous une cloche, de manière à éviter l'absorption de l'acide carbonique et à éliminer l'excès de carbonate de potasse qui tombe en déliquescence et s'écoule en n'entraînant qu'une très-petite quantité d'acide tantalique. On redissout ensuite le résidu dans l'eau, on filtre pour séparer une partie de tantalate acide insoluble, et on fait cristalliser par concentration dans le vide. On obtient également ainsi de très-beaux cristaux. Vers la fin il se forme aussi des cristaux de carbonate de potasse, très-faciles à distinguer et à séparer de ceux du tantalate. Jamais je n'ai vu se former de cristaux renfermant une combinaison de ces deux sels.

Ce sel peut se redissoudre complétement dans l'eau à une douce chaleur, et cristallise de nouveau sans altération par concentration dans le vide. Mais les cristaux qui

se forment alors sont moins beaux que ceux que l'on obtient en premier lieu. Par l'ébullition, ou par l'évaporation à l'air libre, la dissolution se trouble et donne naissance à un tantalate acide insoluble.

Les cristaux sont des prismes rhomboïdaux obliques. Ils offrent le prisme rhomboïdal MM tronqué latéralement par les faces E, et la base P. On y trouve aussi les facettes e^2 sur les angles latéraux et μ sur les arêtes inférieures (fig. 1).

Ils sont limpides et éclatants et se conservent assez bien à l'air. Cependant les angles sont assez variables, comme cela arrive souvent pour les sels très-solubles qui ne cristallisent que dans une eau-mère presque sirupeuse.

Du reste la forme et les angles se confondent avec ceux du niobate de potasse.

		Calculé.	Observé.
M—M	=	109° 0′	* 109° 0′
E : M	=	125 30	125 30
P : M	=	94 20	* 94 20
[illegible] : μ	=	45 15	* 45 15
P : e^2	=	132 30	132 25
P : E	=	90 0	90 0
E : μ	=	114 26	114 36
μ — μ	=	131 8	
P : (MM)	=	95 19	
P : ($\mu\mu$)	=	39 21	

An le plan de la base, 108°.46′.

La composition de ce sel correspond à la formule :

$$3\,Ta^2O^5.\,4\,K^2O + 16\,Aq.$$

		Calculé.	Trouvé.	
3 Ta^2O^5	1332	66,73	65.60	65.73
4 K^2O	376	18.84	19.53	18.85
16 H^2O	288	14.43		
	1996	100		

La détermination de l'eau ne peut se faire directement, car ce sel se décompose déjà à 100 degrés, comme l'a remarqué H. Rose, en un tantalate acide et en potasse caustique, en sorte que la perte d'eau est accompagnée d'une absorption d'acide carbonique [1].

Si, après avoir soumis ce sel à une calcination prolongée, on le délaie dans l'eau pour dissoudre l'alcali devenu libre et qu'on en détermine la quantité par un essai alcalimétrique, on trouve que cette quantité correspond exactement au quart de la proportion de potasse contenue dans le sel. Il résulte de là que le tantalate insoluble produit par la calcination correspond à la formule simple Ta^2O^5, K^2O. H. Rose avait déjà trouvé cette composition au sel insoluble qui se forme par la calcination du tantalate neutre en présence du carbonate d'ammoniaque; mais on voit par là que l'addition de ce dernier n'est pas nécessaire.

Tantalates de soude.

Ici encore je prendrai pour guide le mémoire de H. Rose sur ces sels [2]. Mais je laisserai également de côté plusieurs des produits qu'il a soumis à l'analyse, produits insolubles, renfermant un excès d'acide, et dont la composition doit varier dans chaque préparation. Tels sont ceux que l'on obtient en calcinant l'acide tantalique avec le carbonate de soude à des températures de plus en plus

[1] Faute d'avoir eu égard à ce fait, les nombreuses analyses faites par M. Hermann des niobates et des tantalates de potasse et de soude ne peuvent être utilisées. En effet, il a toujours déterminé l'eau par la perte par calcination, l'acide métallique par un dosage direct après fusion avec un bisulfate, et l'alcali par différence. Aussi toutes ses analyses donnent une proportion d'alcali beaucoup trop forte.

[2] *Poggend. Annalen*, t. CI, p. 11.

élevées, ou en évaporant une dissolution de tantalate neutre renfermant un excès plus ou moins considérable de soude caustique. Je ne m'occuperai que de deux sels parfaitement caractérisés et qu'il est toujours facile de reproduire.

Tantalate neutre. Rose indique, pour la préparation de ce sel, deux procédés différents, donnant l'un et l'autre des produits éminemment cristallins, d'apparence identique, mais offrant cependant une différence constante dans leur composition.

L'un de ces procédés consiste à fondre l'acide tantalique avec un excès de soude caustique; on traite la masse fondue par l'eau qui dissout l'excès de soude, le tantalate étant insoluble dans une dissolution de cet alcali. On décante la liqueur alcaline claire, puis on redissout dans l'eau le résidu: la dissolution est filtrée et concentrée par une ébullition qui ne doit pas être prolongée trop longtemps. Elle fournit par refroidissement le tantalate neutre en petites tables hexagonales. D'après deux analyses de ce produit le rapport de l'oxygène de la soude à celui de l'acide tantalique est de 1 : 4. C'est là, d'après Rose, le tantalate neutre normal.

Mais toutes les fois que l'on mêle une dissolution de tantalate de soude avec une dissolution de soude caustique, il se précipite un sel cristallisé comme le précédent en lamelles hexagonales, offrant la même apparence de pureté, mais présentant une plus forte proportion de soude. Rose ne rapporte pas moins de sept analyses de ce sel préparé à différentes époques de ses recherches sur l'acide tantalique; elles s'accordent parfaitement entre elles et donnent toutes entre les quantités d'oxygène le rapport de 4 : 15. Il a considéré ce sel comme n'étant autre que le tantalate normal mélangé avec un excès de

soude. Toutefois il reconnaît lui-même que cet excès de soude ne peut s'y trouver, ni à l'état de carbonate, car ce sel ne fait point d'effervescence avec les acides, ni à l'état caustique, car il l'a toujours lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage ne donnassent plus de précipité brun avec l'azotate d'argent. En sorte qu'il reconnaît qu'il ne peut expliquer la présence de cet excès de soude.

Pour moi il est évident que ce dernier produit est le seul pur, et qu'il correspond exactement par sa composition au niobate et au tantalate de potasse décrit plus haut. Quant au sel préparé par le premier procédé, c'est le même mélangé avec une petite quantité de tantalate acide. En effet, les circonstances de sa préparation sont éminemment propres à donner naissance à ce dernier, car H. Rose a lui-même montré que toutes les fois que l'on évapore une dissolution de tantalate de soude, même en présence d'un excès de soude caustique, elle se décompose bientôt et donne lieu à un tantalate acide insoluble en poudre très-fine. J'ai souvent remarqué le même fait, et constaté que cette décomposition peut ne pas se manifester au moment même où l'on concentre la liqueur par l'ébullition, mais pendant le refroidissement subséquent.

Les analyses de Rose conduisent très-exactement à la formule :

$$3\,Ta^2O^5, 4\,Na^2O + 24\,Aq.$$

		Calculé.	H. Rose.		
$3\,Ta^2O^5$ [1]	1272	65.16	65.44	64,72	65.32
$4\,Na^2O$	248	12.71	13.26	12.43	12.65
24 Aq	432	22.13	»	»	»
	1952	100			

[1] Le calcul est fait avec l'équivalent de l'acide tantalique déduit des expériences mêmes de H. Rose.

J'ai répété la préparation de ce sel dans l'espérance de pouvoir déterminer sa forme cristalline plus complétement que ne l'avait fait Rose. J'ai fondu l'acide tantalique avec de la soude caustique; le produit a été traité par l'eau, jeté sur un filtre et lavé jusqu'au moment où l'eau de lavage a commencé à se troubler en tombant dans la dissolution alcaline qui avait passé la première. Alors le résidu a été dissous dans l'eau à l'aide de l'ébullition et la liqueur filtrée bouillante a laissé déposer le sel cristallisé par refroidissement. J'ai opéré ainsi dans le but de n'avoir que le moins possible de soude en excès. Aussi les cristaux ont-ils été accompagnés d'un léger dépôt pulvérulent de tantalate acide. Mais je l'ai facilement séparé par lévigation, et après avoir laissé sécher les cristaux à l'air, je les ai agités longtemps sur un tamis pour ne conserver que les cristaux les plus gros.

Leur analyse m'a donné :

		Calculé.	Trouvé.
3 Ta^2O^5	1332	65,61	65.35
4 Na^2O	248	12.22	12.31
25 Aq	450	22.17	
	2030	100	

Je n'oserais me prononcer sur la question de savoir si ces cristaux renferment réellement 24 ou 25 éq. d'eau. Je dois observer seulement que je ne les ai desséchés que par l'exposition à l'air libre, tandis que les analyses de Rose portent sur le sel séché dans le vide.

Bien qu'assez petits ces cristaux peuvent très-bien se mesurer. Ce sont des lames hexagonales biseautées, dérivant d'un dodécaèdre triangulaire avec une large base (fig. 2). Ils offrent un axe unique de double réfraction.

	Calculé.		Trouvé.
$m—m$ =	131° 4′	*	131° 4′
P : m =	124° 4′		124° 14′

Tantalate acide de soude. Ta^2O^5,Na^2O. Ce sel, insoluble dans l'eau, se forme, d'après H. Rose, dans des circonstances très-variées. Toutes les fois que l'on calcine le sel précédent et qu'on le traite par l'eau pour enlever l'hydrate ou le carbonate de soude devenu libre, il reste comme résidu. C'est encore lui que l'on obtient par la fusion de l'acide tantalique avec du carbonate de soude en excès, après que l'on a enlevé par des lavages le carbonate en excès et tout le tantalate soluble qui a pris naissance. La facilité de sa formation et la constance de sa composition, signalées par H. Rose comme des singularités, s'expliquent très-naturellement à présent par la simplicité de sa formule.

Fluotantalates.

L'acide tantalique non calciné, tel qu'on l'obtient après fusion avec les bisulfates alcalins et des lavages prolongés, se dissout très-facilement dans l'acide fluorhydrique et donne ensuite naissance, par l'addition des diverses bases, à des fluosels solubles et cristallisables dont quelques-uns ont été déjà étudiés, mais incomplétement, par Berzélius et H. Rose.

Il ne paraît pas exister de fluoxytantalates correspondant aux fluoxyniobates, à moins qu'on ne range dans cette catégorie les composés insolubles qui tendent à se produire toutes les fois que l'on fait redissoudre dans l'eau pure les fluotantalates. Mais ces composés ne cristallisent pas, et n'offrent peut-être pas une composition bien constante.

L'analyse des fluotantalates se fait, comme celle des fluoxyniobates, en les décomposant par l'acide sulfurique concentré, chassant l'excès d'acide par l'évaporation vers 400°, et reprenant par l'ébullition avec l'eau. Elle ne présente aucune difficulté. Le dosage du fluor, dans les fluotantalates alcalins, peut se faire assez exactement en les dissolvant dans l'eau, précipitant l'acide tantalique par l'ammoniaque et l'ébullition, puis, après filtration et lavage, le fluor par le chlorure de calcium.

Fluotantalate de potasse.

Ce sel, beaucoup plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide, se présente en aiguilles très-fines, mais dont la forme peut cependant être déterminée; elle est exactement la même que celle du fluoniobate. C'est un prisme rhomboïdal droit MM (fig. 3), tronqué par les faces latérales E et terminé par le biseau *ee*.

	Calculé.		Observé.
M—M =	112°30′	*	112°30′
E : M =	123 45		123 50
E : *e* =	114 45	*	114 45
e : *e* =	130 30		131 0
M : *e* =	103 27		103 42

Il a été déjà préparé, décrit, et analysé par Berzélius et par H. Rose, et les résultats de leurs analyses dont je ne donnerai que la moyenne s'éloigne peu, surtout pour celles de Berzélius, de ceux que j'ai obtenus. Ayant donné le détail de mes analyses à propos de la détermination du poids atomique du tantale, je n'indiquerai ici que leur résultat moyen :

			Moyenne des analyses de		
		Calculé.	Berzélius.	H. Rose.	Marignac.
Ta...	182	46.31	»	»	»
2 K....	78	19.85	19.54	20.60	»
7 F....	133	33.84	»	»	33.42
	393	100			
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5	222	56.48	56.99	53.18	56.59
K^2O,SO^3	174	44.27	»	»	44.29

Les résultats obtenus par H. Rose semblent indiquer que son sel était mélangé de fluoniobate.

Il n'est pas possible d'indiquer exactement la solubilité de ce sel ; en effet, sa dissolution dans l'eau pure se décompose et laisse séparer un résidu insoluble contenant de l'acide tantalique. On ne peut donc le maintenir en dissolution qu'à l'aide d'un petit excès d'acide fluorhydrique dont la présence augmente rapidement la solubilité du fluotantalate. Je l'avais trouvée d'abord de $^1/_{151}$ à $^1/_{157}$: Plus tard je l'ai trouvée seulement de $^1/_{200}$ à 15°, en n'ajoutant qu'une très-petite quantité d'acide fluorhydrique.

Suivant Berzélius il existerait un autre fluotantalate, dont la décomposition donnerait 63 p. 100 d'acide tantalique. Je n'ai jamais réussi à l'obtenir, bien que j'aie répété bien souvent cette préparation en présence d'un excès de fluorure de tantale.

Lorsqu'on fait dissoudre le fluotantalate de potasse dans l'eau pure, et que l'on prolonge un peu l'ébullition, une partie assez notable de ce sel se décompose. Il se forme un résidu pulvérulent insoluble, il reste en dissolution une partie du fluotantalate non décomposé, qui cristallise par refroidissement, et l'on trouve dans les eaux-mères du fluorhydrate de florure de potassium. En enlevant les eaux-mères et en répétant trois ou quatre

fois l'ébullition avec de nouvelles quantités d'eau, on finit par convertir entièrement le fluotantalate en un sel insoluble. La composition de ce sel se rapproche de la formule :

$$Ta^2O^5+2(2KF,TaF^5).$$

		Calculé.	Trouvé.	
4 Ta.......	728	59,19		
4 K........	156	12,68		
5 O........	80	6.50		
14 F........	266	21.63		
	1230	100		
2 Ta^2O^5....	888	72.19	72,09	75,13
2 (K^2O, SO^3)	348	28.29	28,71	25,75

Mais on ne peut le considérer comme un mélange de fluotantalate et d'acide tantalique, car il est complétement insoluble dans l'eau bouillante.

La formation de ce composé insoluble donne le moyen de constater la présence de la plus petite quantité de fluotantalate dans le fluoxyniobate de potasse.

Il se redissout facilement dans l'acide fluorhydrique et reproduit le fluotantalate de potasse et à la fin une eau-mère sirupeuse d'où je n'ai pu retirer aucun produit bien cristallisé.

Fluotantalates de soude.

Si l'on dissout le tantalate de soude dans l'acide fluorhydrique étendu et si l'on soumet la dissolution à des concentrations successives, on obtient d'abord une série de dépôts grenus n'offrant aucune forme cristalline déterminable. C'est un fluotantalate avec excès de fluorure de sodium. Puis, lorsque le fluorure tantalique s'est concentré dans les eaux-mères, elles donnent un nouveau sel en cristaux limpides, c'est le fluotantalate normal, en lames octogonales.

La forme de ces cristaux paraît se rapporter au prisme rhomboïdal droit ; ce sont des lames très-minces, offrant une large base P (fig. 4) et dont les bords sont formés par les facettes de l'octaèdre rhomboïdal *m* et les troncatures *a* et $e\frac{1}{2}$.

	Calculé.		Observé.
$m - m$ =	110° 0′	*	110° 0′
$a : m$ =	145 0		
E : m =	125 0		125 0
P : a =	123 20	*	123 20
P : $e^{1}/_{2}$ =	147 30		148
P : E =	90 0		90
P : m =	116 45		117
$m - m$ =	93 37		

Bien que ces cristaux paraissent assez nets, leurs angles offrent de grandes variations ; la base présente plusieurs images, une partie des faces manque souvent. Je ne donne le calcul précédent que comme indication de la forme apparente ; car il pourrait bien se faire qu'elle résultât de mâcles plus ou moins compliquées. J'ai obtenu une fois ce sel en mamelons cristallins, qui ne semblaient guère pouvoir concorder avec la forme précédente.

Il renferme de l'eau de cristallisation et la perd bien avant 100 degrés, il peut ensuite être chauffé à 130 ou 150 degrés sans perdre de son poids. La composition correspond à la formule :

$$Ta\,F^5.\,2\,Na\,F + H^2O.$$

		Calculé.	Trouvé.	
Ta....	182	48,02	»	
2 Na....	46	12,14	»	
7 F.....	133	35.09	35,76	
H^2O ..	18	4.75	4.95	4,63
	379	100		
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5.	222	58.57	58,15	58,35
Na^2O,SO^3	142	37.47	37,87	38,06

Si l'on dissout ce sel dans l'eau et que l'on concentre sa dissolution, les cristaux primitifs ne se reproduisent pas: mais on obtient d'abord un sel en grains cristallins indéterminables, identique avec celui que j'ai signalé plus haut comme premier produit de la cristallisation du tantalate de soude dissous dans l'acide fluorhydrique. Ce n'est qu'à la fin de la concentration que les eaux-mères reproduisent le sel primitif.

Ce fluotantalate en cristaux grenus indistincts est celui qu'a déjà obtenu et analysé H. Rose. Il a admis que le fluor de ses deux éléments devait s'y trouver dans le rapport de 1 : 2 ; mais ses analyses lui ayant donné un excès de fluorure de sodium, il a supposé que celui-ci y existait à l'état de mélange. L'analyse que j'ai faite de ce sel, s'accordant parfaitement avec celles de Rose, prouve que c'est un composé bien défini et constant, et que le rapport du fluor dans ses éléments est celui de 3 : 5, ce qui conduit à la formule très-simple $TaF^5, 3NaF$.

		Calculé.	Trouvé.		H. Rose.	
Ta	182	45.16	»	»	44.25	44,41
3 Na	69	17.12	»	»	16.58	17,86
8 F	152	37,72	»	37,83		
	403	100				
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5 ...	222	55.09	54,27	55,50		
$\frac{3}{2}(Na^2O, SO^3)$	213	52.85	52.89			

Fluotantalate d'ammoniaque.

Ce sel, très-soluble dans l'eau, cristallise très-bien en lames minces rectangulaires à bords biseautés. Ces lames sont tantôt carrées, tantôt fort allongées dans un sens de manière à présenter l'apparence d'aiguilles aplaties. Cependant dans tous les cas elles sont formées d'un octaèdre

carré, à base très-développée (fig. 5). Elles possèdent un axe unique de double réfraction.

	Calculé.	Observé.
P : *m* =	119° 0′	119° 0′
m—*m* =	103 36	103 30

Il ne renferme pas d'eau de cristallisation et peut être chauffé à 100 degrés sans perte de poids, du moins d'une manière sensible pendant la première heure, car à la longue ses cristaux perdent leur transparence, et éprouvent une perte continue indiquant une décomposition graduelle. Quand on les chauffe rapidement ils décrépitent violemment.

Leur composition, semblable à celle du sel de potasse, est représentée par la formule $TaF^5,2AzH^4F$. J'ai donné, à propos du poids atomique du tantale, le détail des expériences relatives à la détermination de l'acide tantalique produit par la décomposition de ce sel. Je n'en rappellerai ici que le résultat moyen, ainsi que le dosage des autres éléments.

		Calculé.	Trouvé.
Ta...	182	51,85	»
2 AzH^4.	36	10.26	10,41
7 F....	133	37,89	37,12
	351	100	
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5	222	63.25	63,25

Ce sel peut se redissoudre dans l'eau et cristalliser de nouveau sans altération, cependant si l'on chauffe longtemps sa dissolution, elle se trouble et donne naissance à un dépôt pulvérulent, comme cela a lieu pour le sel de potasse.

Fluotantalate de zinc.

Ce sel se prépare facilement en ajoutant de l'oxyde de zinc à une dissolution d'acide tantalique dans un excès d'acide fluorhydrique. Il est trop soluble pour cristalliser par le refroidissement de sa dissolution ; on n'obtient ainsi qu'une masse confusément cristalline. Par l'évaporation lente dans un air desséché, il se prend en lames rhomboïdales imprégnées d'une eau-mère sirupeuse, dont on les sépare en les laissant séjourner sur du papier à filtre sous une cloche, à côté d'acide sulfurique. Mais le produit ainsi obtenu forme une masse compacte, où il est impossible de discerner la forme des cristaux. Ils sont d'ailleurs trop déliquescents pour qu'on pût espérer de déterminer leur forme lors même que l'on parviendrait à les isoler.

L'analyse du sel, après un séjour prolongé dans l'air sec, conduit assez approximativement à la formule :

$$Ta\,F^5, Zn\,F^2 + 7\,Aq$$

mais la proportion d'eau n'a aucune importance, car elle correspond à un état de dessication indéterminé.

		Calculé.	Trouvé.
Ta ...	182	35.93	
Zn ...	65,5	12.93	
7 F	133	26.26	
7 Aq ...	126	24,88	
	506.5	100	
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5	222	43.83	44.27
ZnO, SO^3	161,5	31.88	29,87

L'excès d'acide tantalique et la proportion trop faible de zinc proviennent de ce que la cristallisation de ce sel est toujours accompagnée d'un dépôt pulvérulent, insoluble, contenant de l'acide tantalique en excès. Un dépôt

semblable se forme encore plus abondamment quand on redissout ce sel dans l'eau et qu'on essaie de le faire cristalliser de nouveau.

Fluotantalate de cuivre.

Ce sel se prépare comme le précédent et n'est pas moins soluble, ce qui fait qu'on ne l'obtient le plus souvent qu'en masse cristalline. Cependant j'en ai obtenu une fois une très-belle cristallisation par suite d'un refroidissement atmosphérique qui avait fait baisser de 25 à 15 degrés en 24 heures la température de la salle dans laquelle se trouvait une dissolution saturée de ce sel. La moitié à peu près était transformée en beaux cristaux bleus, transparents, offrant l'apparence de prismes rhomboïdaux terminés par un pointement à quatre pans.

Malheureusement il est trop déliquescent, du moins dans la saison où je l'ai préparé, pour qu'on puisse en déterminer la forme.

J'ai dosé l'eau dans ce sel en le calcinant avec de l'oxyde de plomb en excès. Cette détermination, plus facile à faire exactement que celle du fluor, suffisait pour constater que ce sel n'était pas un fluoxytantalate comme on aurait pu le supposer en raison de la ressemblance qu'il offre avec le fluoxyniobate de cuivre. Son analyse conduit à la formule :

$$TaF^5, CuF^2 + 4\,Aq.$$

		Calculé.	Trouvé.
Ta ..	182	40,40	
Cu ..	63,5	14,10	
7 F ...	133	29,52	
4 Aq ..	72	15,98	16,01
	450,5	100	
$\frac{1}{2}$ Ta^2O^5	222	49,28	49,82
Cu O.	79,5	17,65	17,54

La dessication à 100 degrés ne lui fait perdre qu'une partie de son eau : mais il se dégage en même temps de l'acide fluorhydrique et le résidu ne se redissout plus qu'en petite partie dans l'eau. Les cristaux qui n'ont pas subi cette dessication forment au contraire une dissolution limpide.

Je n'ai pu réussir à préparer un fluotantalate de magnésie. En ajoutant cette terre à une dissolution acide de fluorure tantalique, elle se transforme presque entièrement en fluorure de magnésium insoluble. La liqueur filtrée, concentrée dans le vide, donne naissance à un dépôt blanc, amorphe, adhérent aux parois de la capsule et presque insoluble : puis, lorsque la liqueur concentrée devient sirupeuse, il s'y forme des cristaux grenus indéterminables. L'un et l'autre ne renferment que des traces de magnésie et ne diffèrent pas des produits que l'on obtient en évaporant une dissolution d'acide tantalique dans l'acide fluorhydrique. Les cristaux sont du fluorure de tantale, le dépôt amorphe une combinaison de fluorure et d'acide tantalique ou peut-être un oxyfluorure.

On voit que tous les fluotantalates que j'ai pu obtenir appartiennent à un même type de composition qui ne peut laisser de doute sur la constitution du fluorure de tantale et par conséquent sur celle de l'acide tantalique.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LES

POISSONS FOSSILES DU MONT LIBAN

PAR

MM. F.-J. PICTET & A. HUMBERT [1]

(Extrait par les auteurs.)

Les poissons fossiles de la côte de Syrie sont parmi les plus anciennement connus, puisqu'il en est déjà fait mention dans l'Histoire de Saint-Louis du Sire de Joinville. Ce chroniqueur nous raconte que, pendant le séjour des Croisés à Sayette (l'antique Sidon, aujourd'hui *Saïda*) :

« On apporta au roi une pierre qui se levait par écailes, la plus merveilleuse du monde ; car quand on levait une écaille, on trouvait entre les deux pierres la forme d'un poisson de mer. Le poisson était de pierre, mais il ne manquait rien à sa forme : ni yeux, ni arêtes, ni couleur, ni autre chose qui empêchât qu'il ne fût tel que s'il fût vivant. Le roi demanda une pierre et trouva une tanche dedans, de couleur brune et de telle façon qu'une tanche doit être. »

Quelques voyageurs, tels que J. Korte, C. Lebrun, Volney, etc., ont aussi parlé de ces poissons, mais Scheuchzer est le plus ancien naturaliste qui, à notre connaissance,

[1] F.-J. Pictet et A. Humbert. Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du mont Liban ; 1 vol. in-4°, avec 19 planches. Genève, 1866, chez H. Georg.

s'en soit occupé. Dans son ouvrage, intitulé : « *Piscium Querelæ et Vindiciæ,* » publié à Zurich en 1708, l'on trouve un passage consacré au poisson figuré dans le Voyage de Lebrun (Cornelius de Bruyn) et un autre relatif à un échantillon de la collection Woodward. Le naturaliste zurichois ne nous apprend cependant rien de plus que ses prédécesseurs, puisqu'il ne décrit pas ces fossiles et ne discute même pas leurs affinités zoologiques.

C'est de Blainville qui étudia pour la première fois d'une manière scientifique quelques poissons du Liban. Il décrivit deux espèces appartenant au genre *Clupea* et les nomma *Cl. Beurardi* et *Cl. brevissima.*

L'essai de Blainville sur les Ichthyolithes s'effaça bientôt devant les importants travaux de M. Agassiz, publiés de 1833 à 1843. Toutefois, le savant auteur des « Recherches sur les Poissons fossiles » n'eut entre les mains que peu de matériaux relatifs aux faunes du Liban. Il fit seulement connaître quatre espèces nouvelles et ajouta quelques détails sur les deux Clupes décrites par de Blainville.

En 1845, sir Phil. Grey-Egerton décrivit une Raie des calcaires de Hakel, et, en 1849, Heckel fit connaître quatre ou cinq espèces rapportées de Syrie par Th. Kotschy. En 1850, l'un de nous publia un mémoire spécial [1] sur les poissons des deux gisements de Hakel et de Sahel Alma, d'après des matériaux importants provenant des récoltes de MM. E. Boissier et Blondel. Vingt espèces nouvelles y furent décrites.

Depuis lors il n'a paru qu'un seul travail sur les pois-

[1] F.-J. Pictet. Description de quelques poissons fossiles du mont Liban. Genève, 1850 ; in-4°, avec 10 planches.

sons du Liban, celui de M. O.-G. Costa, qui a établi et figuré quatre espèces nouvelles.

Des recherches faites, en 1860, par l'un de nous (A. Humbert) dans les deux gisements précités de la côte de Syrie, ont beaucoup augmenté les collections du Musée de Genève, soit en espèces nouvelles, soit en exemplaires plus parfaits de celles qui avaient été précédemment décrites. Nous avons jugé qu'il était nécessaire de faire une révision générale des Poissons du Liban, en complétant, toutes les fois que cela nous était possible, la description des formes déjà connues et en intercalant les espèces nouvelles.

Nous extrayons ici une partie de ce que nous avons dit dans notre introduction sur l'âge des deux gisements d'après les données géologiques et paléontologiques, et nous reproduisons nos considérations générales sur les deux faunes ichthyologiques de Hakel et de Sahel Alma.

Documents géologiques.

Les couches dont nous nous sommes occupés se trouvent sur le versant occidental du Liban entre Tripoli et Beyrout, mais plus près de cette seconde ville que de la première. La nature de la roche et la faune de ces deux gisements montrent qu'ils appartiennent à des terrains différents ; toutefois, l'âge de chacun d'eux et leur antiquité relative n'ont pas encore été déterminés d'une manière satisfaisante.

MM. Agassiz et Heckel, manquant de renseignements positifs, n'ont pu faire que des hypothèses sur le terrain auquel devaient être rapportées les quelques espèces qu'ils avaient eu à leur disposition.

M. de Tchihatcheff a trouvé à Makrikoï, aux portes de Constantinople, quelques poissons fossiles identiques à ceux de Hakel. Malheureusement ce voyageur n'a pas vu en place la roche d'où provenaient les échantillons, et son observation n'offre par conséquent d'intérêt qu'au point de vue de l'extension géographique des couches du Liban.

Nous en sommes donc réduits presque uniquement aux données stratigraphiques fournies par M. Botta dans son mémoire sur le Liban et l'Anti-Liban [1].

M. Botta a distingué trois terrains principaux dans le Liban. Il rapporte le plus inférieur à l'étage *jurassique superieur*, le suivant au *grès vert*, et le troisième, qui recouvre celui-ci, au *crétacé inférieur*. Cette craie inférieure est formée d'alternances de calcaires et de marnes calcaires. C'est dans une des couches moyennes de ce dernier terrain que se trouvent les poissons de Hakel. Quant à ceux de Sahel Alma, ils appartiendraient, suivant M. Botta, au même groupe, mais seraient un peu plus anciens.

Les observations faites à Hakel par l'un de nous (M. Humbert), quoique bien incomplètes, tendent à confirmer les vues du savant naturaliste français. En effet, nous avons trouvé quelques fossiles caractéristiques du Cénomanien, tels que les *Arca Tailleburgensis*, *Cardium Hillanum*, etc., dans des bancs alternativement calcaires et marneux qui sont recouverts par les couches à poissons. Peut-être, malgré cette superposition, ces couches font-elles partie du même groupe et ne sont-elles qu'un facies

[1] Observations sur le Liban et l'Anti-Liban, par M. P.-E. Botta fils, *Memoires de la Société geologique de France,* tome I, 1re partie. Paris, 1833.

du cénomanien. Ce qui nous le ferait supposer, c'est que si l'on part du lit du ruisseau dans un point situé entre le village et le gisement à poissons et que l'on monte perpendiculairement le long du flanc gauche de la vallée, l'on trouve une série d'assises de calcaire plus ou moins compacte, mais sans trace de la couche à poissons; les assises supérieures paraissent cependant se continuer avec celles qui recouvrent cette couche. On doit donc conclure que celle-ci est supérieure au terrain cénomanien ou qu'elle fait partie de ce terrain. Si, comme nous le supposons, les *Hippurites lumbricalis* (et peut-être *H. socialis*) récoltées entre Djébaïl et Hakel sont supérieures aux poissons de Hakel, ceux-ci se trouveraient en dessous du terrain turonien.

Les couches de Hakel semblent se prolonger sur un espace assez considérable. La *Clupea Beurardi* a été décrite par de Blainville d'après un échantillon rapporté de Gibel (Djébaïl) et tiré probablement de Hakel; M. Agassiz l'a étudiée de nouveau sur un exemplaire de Saint-Jean-d'Acre. La *Clupea brevissima*, si abondante à Hakel, se trouve représentée au musée de Genève par des échantillons étiquetés comme provenant du mont Carmel; M. Agassiz a vu au musée de Zurich un échantillon de cet espèce envoyé de Saint-Jean-d'Acre [1]; M. Williamson [2] l'a trouvée au Gebel-Suneen (très-probablement le Sannine), près de Beyrout; enfin nous venons de voir que M. de Tchihatcheff l'a rapportée de Makrikoï, près de Constantinople, où elle est associée à l'*Eurypholis Boissieri* et au *Cyclobatis oligodactylus*.

[1] Il est bien possible que Saint-Jean-d'Acre et le mont Carmel ne correspondent qu'à une seule et même localité.

[2] *Proceedings geol. Soc. of London*, vol. III, p. 291.

Le dépôt de Hakel doit s'être formé à une faible distance de la terre, car nos dernières récoltes nous y ont fourni un insecte orthoptère aptère.

Quant au second gisement, nous n'avons rien à ajouter à ce qu'en dit Botta, cet auteur s'appuyant sur des termes de comparaison qui nous ont manqué.

Le couvent de Sahel Alma, situé à 17 ou 18 kilomètres au nord de Beyrout, est construit sur une pente rapide qui descend vers la mer. C'est immédiatement au dessous des murs du couvent, dans un champ de mûriers, et recouvert seulement par la terre végétale que se trouve le calcaire marneux qui renferme les poissons. Nous avons récolté avec eux des Crustacés et deux Ammonites. Ces derniers fossiles ne sont malheureusement pas assez bien conservés pour fournir les éléments d'une détermination rigoureuse.

Valenciennes, en examinant les poissons récoltés à Makrikoï par M. de Tchihatcheff, a trouvé une espèce d'un genre nouveau qu'il a nommée, sans la décrire, *Strymonia sirica*[1]. Elle provient d'un calcaire tendre, parfaitement identique à celui de Sahel Alma, tandis que les autres espèces se rencontrent dans un calcaire très-semblable à celui de Hakel. Il semblerait donc que les deux couches à poissons du Liban se retrouvent à Constantinople.

De l'âge des deux faunes ichthyologiques du mont Liban, d'après les données paléontologiques.

Nous croyons pouvoir établir avec une certitude presque complète que ces faunes appartiennent toutes les

[1] *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2me série, 1851, t. VIII, p. 301.

deux à la période crétacée. Il serait, en particulier, impossible de les attribuer à la période jurassique. Le grand nombre de poissons Téléostéens qu'on y trouve, ainsi que l'absence complète des Ganoïdes, montrent qu'elles sont certainement postérieures à cette période.

Il n'est guère moins évident pour nous que ce ne sont pas des faunes tertiaires. Nous en avons pour preuves :

1° La présence de deux espèces d'Ammonites dans les couches de Sahel Alma et d'un Aptychus dans celles de Hakel.

2° L'existence d'un certain nombre de genres ou de groupes qui, dans l'état actuel de nos connaissances, caractérisent exclusivement l'époque crétacée. Ce sont les genres *Scombroclupea* et *Leptosomus*, le groupe des *Dercetis* et celui des *Eurypholis*.

3° Le grand nombre de genres éteints qui contribuent à donner à ces faunes une physionomie spéciale. Ce sont, à Hakel, les *Pseudoberyx*, *Petalopteryx*, *Coccodus*, *Aspidopleurus* et *Cyclobatis*, et à Sahel Alma les *Pycnosterinx*, *Cheirothrix*, *Rhinellus* et *Spaniodon*.

4° Le fait que parmi les genres qui ont encore des représentants vivants ceux qui sont le plus abondants au Liban sont précisément ceux qui ailleurs se retrouvent dans l'époque crétacée. Nous pouvons mentionner en particulier le type des *Beryx*, qui est éminemment crétacé, quoiqu'il soit représenté aujourd'hui par quelques espèces dans les mers chaudes. Nous pouvons citer aussi les *Clupes*, dont l'existence est démontrée dès l'origine de la période crétacée, et les *Chirocentrites*, dont le principal développement caractérise également cette époque.

Les poissons qui ne rentrent pas dans une de ces ca-

tégories sont très-peu nombreux, et ne jouent qu'un rôle tout à fait subordonné dans les faunes du Liban.

Mais si nous sommes à même d'établir avec sécurité le fait général que ces faunes sont crétacées; nous sommes bien plus embarrassés pour décider à laquelle des subdivisions de cette longue période on doit les rapporter. L'histoire des poissons fossiles présente encore trop de lacunes pour qu'on puisse appliquer ici les mêmes méthodes que lorsqu'il s'agit de mollusques ou d'échinodermes, et nous sommes condamnés à ne pas dépasser un certain degré de probabilité.

Le premier point à constater est qu'aucune espèce du mont Liban n'a encore été retrouvée dans un autre gisement, sauf sur quelques points de la Syrie et de l'Asie Mineure qui appartiennent à la même époque, et dont nous avons parlé plus haut. Il faut donc, dans nos comparaisons, nous borner au rapprochement plus incertain des genres ou des groupes naturels.

Nous avons comparé les faunes du Liban avec celle des Voirons qu'a fait connaître l'un de nous [1], avec celle de Comen, en Istrie, étudiée par MM. Heckel, Kner et Steindachner, avec celle des craies d'Angleterre, enfin avec celle de la craie de Westphalie dont les nombreuses espèces ont été décrites dans un mémoire important de M. von der Marck.

Tout en faisant nos réserves sur des conclusions tirées d'un nombre encore insuffisant de faits, nous résumons ainsi les résultats déduits de ces comparaisons :

1° La faune de Hakel a ses principales ressemblances

[1] F.-J. Pictet, *Paléontologie suisse*, 1858, 1re série. Description des fossiles du terrain néocomien des Voirons ; in-4° et atlas folio.

avec la faune de Comen en Istrie. Elle présente cependant une plus grande proportion de genres vivants, ce qui peut la faire considérer comme plus récente.

2° La faune de Sahel Alma a des rapports incontestables avec la faune de la craie de Westphalie.

3° L'une et l'autre diffèrent plus des faunes crétacées d'Angleterre.

4° Les différences et les ressemblances précitées peuvent tenir en partie à des causes géographiques et en partie à l'âge des formations. Les premières peuvent avoir augmenté les rapports avec Comen et diminué ceux avec les craies du Nord, et rendre par conséquent un peu douteuse l'action des secondes.

Malgré ce doute légitime dont il nous est impossible de calculer la portée exacte, notre conclusion générale est que les faunes du Liban sont l'une et l'autre intermédiaires entre celles d'Istrie et celles de la craie supérieure, et qu'en conséquence leur place la plus probable est dans la formation crétacée moyenne.

Ici vient se présenter une question difficile et embarrassante. Quel est l'âge relatif de nos deux faunes du Liban ? Laquelle des deux est la plus ancienne ?

Si les travaux géologiques de Botta avaient résolu la question et que nous eussions des preuves stratigraphiques suffisantes, nous n'aurions pas à recourir à une analyse paléontologique hasardeuse qui nous embarrasse d'autant plus qu'elle conduit à un résultat plutôt contraire de celui qui a été donné comme probable par l'auteur précité. M. Botta croit que la faune de Sahel Alma est la plus ancienne. Les comparaisons que nous venons de faire, d'où nous avons conclu que la faune de Comen ressemble davantage à celle de Hakel, tandis que celle

de Sahel Alma rappelle surtout les faunes de la craie blanche, devraient nous faire considérer au contraire la première comme la plus ancienne. Espérons qu'une bonne étude géologique de cette contrée intéressante mettra fin à ces doutes.

Considérations paléontologiques générales.

L'étude du développement organique dans la série des temps géologiques montre que les diverses classes du règne animal sont loin de présenter une histoire identique. En particulier, l'époque où ont eu lieu les modifications les plus puissantes dans l'organisme semble n'avoir pas été la même pour toutes. On voit quelquefois, à un moment donné, telle classe se transformer d'une manière très-intense, tandis que telle autre conserve la même physionomie générale, pour être à son tour modifiée pendant une période différente.

La classe nombreuse des poissons présente un exemple remarquable à cet égard[1]. La dernière modification profonde qu'elle a éprouvée correspond au passage qui sépare la période jurassique de la période crétacée. Or, pour la plupart des classes les mieux connues, ce passage est relativement peu important. Nous voyons les Reptiles jurassiques se continuer avec une grande partie de leurs types dans la période crétacée, tandis que le passage de celle-ci à la période tertiaire est marqué par les plus puissants changements de forme. Nous voyons les Mollusques,

[1] M. le professeur Heer vient de signaler un fait tout semblable dans l'histoire du règne végétal (*les Phyllites cretacés du Nebraska*. Extrait des Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles, 1866). Il a montré que la flore crétacée supérieure est tout à fait différente de la flore jurassique et se lie plutôt à la flore tertiaire.

les Echinodermes et les Polypiers des mers crétacées reproduire en grande majorité les types de leurs prédécesseurs jurassiques. Si l'on cherche pour chacune de ces classes les époques où les plus grandes modifications ont eu lieu, ce ne sera jamais entre l'étage jurassique supérieur et l'étage néocomien qu'on sera amené à les placer.

L'importance du changement qui a eu lieu à la fin de la période jurassique, a déjà été mise en évidence par les travaux de M. Agassiz. Notre savant ami a en particulier insisté sur l'apparition en quelque sorte subite au commencement de la période crétacé du groupe des poissons les plus parfaits, les Téléostéens, qui forment la grande majorité de la population ichthyologique des mers actuelles. Malgré une restriction apportée depuis lors à la généralité de cette assertion, ce fait a été confirmé dans son ensemble. Il donne une importance exceptionnelle à l'étude des faunes crétacées des poissons, puisque ces faunes sont l'origine et en quelque sorte la première expression de nos faunes actuelles. Il est intéressant de rechercher par quelle série graduelle de modifications elles ont passé, quels sont les types précurseurs qui les premiers les ont représentées, quelles sont les formes qui se sont continuées de la manière la plus constante et quelles sont celles qui ont apparu les dernières.

La classification des poissons la plus généralement adoptée est celle de J. Muller. Sur les six sous-classes qu'il a etablies, trois n'ont pas de représentants fossiles (les *Leptocardii*, les *Cyclostomes* et les *Dipnoi*) : les trois autres forment donc seules le domaine du paléontologiste.

Or parmi ces trois sous-classes, les *Elasmobranches* se conservent avec les mêmes caractères généraux qu'ils ont montrés dans toute la série des temps. C'est le groupe qui

a été le moins modifié. Il n'est pas représenté au Liban d'une manière très-abondante; on y trouve cependant les deux types principaux, les Squales et les Raies. Ces poissons sont du reste difficilement comparables aux autres espèces fossiles, car dans la plupart des gisements les Elasmobranches ne sont conservés que par des dents isolées, tandis qu'au Liban c'est précisément le contraire qui a lieu : il n'y a pas de dents isolées, mais bien quelques corps entiers.

La sous-classe des *Ganoïdes* est dans toutes les faunes connues de la période crétacée en voie d'extinction rapide. C'est un fait d'autant plus intéressant que les faunes du Jura supérieur qui ont immédiatement précédé cette période sont riches en belles et nombreuses espèces caractéristiques. Nous n'avons trouvé au Liban aucun véritable Ganoïde, car nous ne saurions plus comprendre aujourd'hui dans cette sous-classe l'ordre des Hoplopleurides établi par l'un de nous. Cet ordre doit appartenir à la grande série des Téléostéens.

Cette troisième sous-classe, celle des *Téléostéens*, est en conséquence la plus importante de beaucoup. Elle fournit la presque totalité de la faune, et c'est celle dont nous avons principalement à nous occuper.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, M. Agassiz ne faisait pas remonter l'existence des Téléostéens avant la période crétacée : mais la plupart des auteurs admettent aujourd'hui une exception à cette règle et reconnaissent comme des Téléostéens très-probables les genres *Tharsis*, *Leptolepis*, etc., à écailles minces et arrondies. En acceptant cette manière de voir, dont la discussion nous entraînerait trop loin, nous devons constater ici un fait important, c'est que les poissons Téléostéens, dont M. Agassiz

fait la famille des *Halécoïdes*, et que nous connaissons sous les noms de Salmones et de Clupes, sont évidemment les plus voisins de ces genres jurassiques. La famille nombreuse à laquelle appartiennent ces types précieux de nos mers actuelles sont les continuateurs des Téléostéens jurassiques. Ils ont une histoire plus longue que celle d'aucune autre famille actuelle et peuvent être considérés en quelque sorte comme le tronc de l'arbre généalogique des poissons de nos mers.

Il est intéressant en même temps de contaster que ces poissons sont ceux qui possèdent au plus haut degré les caractères normaux de la classe, et qu'ils en représentent en quelque sorte l'archétype. Un anatomiste théoricien qui voudrait représenter cet archétype serait forcément conduit dans ce but à faire à peu près la figure d'un Halécoïde, car il lui assignerait des nageoires ventrales à leur place normale, en arrière de l'abdomen, ainsi qu'une bouche dont le bord serait composé par l'intermaxillaire et le maxillaire, et rien n'est plus normal que les nageoires d'un salmone et que son corps fusiforme et régulier.

Constatons donc en résumé que les plus anciens poissons téléostéens ont été ceux dont les formes sont les plus normales et que leurs caractères se sont continués dans la période crétacée et dans les suivantes par la famille des Halécoïdes.

Nos faunes du Liban sont riches en poissons de cette famille, car sur cinquante et une espèces connues, dix-neuf lui appartiennent.

Un autre type important est celui des poissons Téléostéens à écailles dentelées que M. Agassiz réunissait sous le nom de *Cténoïdes*. Cette dénomination, qui ne correspond plus aujourd'hui à un ordre d'une valeur zoo-

logique suffisante, peut cependant encore être utilement employée dans la comparaison générale qui nous occupe, pour désigner tous les poissons se rapprochant plus ou moins du type de la Perche par cette dentelure des écailles, par les rayons épineux de leurs nageoires, par la tendance des os de la tête à s'armer de pointes, etc.

Ces poissons Cténoïdes, moins nombreux au Liban que les Halécoïdes, y présentent, comme nous allons le montrer, quelques formes bien distinctes ; ils ont cependant une physionomie uniforme commune et se ressemblent bien plus que les Cténoïdes actuels. La variété s'est établie plus tard et elle a été en augmentant constamment jusqu'à nos jours.

Les types de poissons à écailles dentelées que nous trouvons au mont Liban sont les suivants :

1° Le groupe des *Beryx*, dont M. Agassiz a déjà fait connaître la singulière histoire. Aujourd'hui ils font partie d'une petite association de genres *(Holocentrum, Myripristis, Beryx)* spéciaux à la mer des Indes, voisins des Percoïdes par leurs caractères essentiels, mais constituant dans cette famille une tribu caractérisée par les rayons branchiostègues et les rayons de leurs ventrales qui dépassent le nombre normal de sept. Ce groupe des Beryx, comprenant le genre actuel et quelques genres éteints, est le seul représentant pendant l'époque créatacée de la famille des Percoïdes. C'est la première expression de cette famille si abondante aujourd'hui ; après l'avoir constituée seul, il n'en forme plus qu'un rameau accessoire.

2° Un type tout à fait nouveau et intéressant que nous avons désigné sous le nom de *Pseudoberyx*. Il réunit aux caractères ordinaires des Beryx celui d'avoir des ventrales abdominales, circonstance bien rare dans les poissons à

écailles véritablement dentelées. Ne pourrait-on pas voir là une indication d'une règle semblable à celle que nous avons constatée au sujet des Halécoïdes et en inférer que les premières apparitions des types ont en général eu de la tendance à se rapprocher des formes archétypiques plus que ne l'ont fait les générations suivantes.

3° Le type des *Pycnosterinx*, déjà reconnu et établi par Heckel, qui se rapproche par ses caractères de la famille des *Chromides*, associée anciennement en partie aux Labroïdes et en partie aux Sciénoïdes, puis reconnue pour distincte et transportée dans le groupe des Pharyngognathes. Ces poissons, sur lesquels Heckel a reconnu des dents pharyngiennes, appartiennent à un type bien distinct aujourd'hui des Percoïdes: et cependant ils ressemblent à un point extrême aux Beryx de la craie par leurs écailles, leurs nageoires et leur facies.

4° Le genre des *Platax*, de la famille des *Carangides*, remarquable encore par la ressemblance de ses nageoires et de son contour avec ces mêmes Beryx.

En d'autres termes, ces quatre types, bien distincts aujourd'hui, se trouvent réunis à leur origine par des caractères communs, actuellement diminués ou effacés, de sorte qu'on pourrait représenter l'histoire des Cténoïdes sous la forme d'un faisceau de lignes divergentes entre lesquelles se seraient intercalées toutes les familles qui n'ont pas existé avant l'époque crétacée.

Quelques autres familles de Téléostéens ont encore de rares représentants au mont Liban. Nous ne nous y arrêterons pas, et nous nous bornerons à indiquer un ou deux *Sparoïdes*, un ou deux *Gobioïdes*, et un genre curieux (*Petalopteryx*), appartenant probablement aux *Joues cuirassées*.

Il nous resterait, pour compléter ce qui a rapport aux faunes du Liban, à dire quelques mots d'un ordre que nous avons déjà nommé ci-dessus, celui des *Hoplopleurides,* dont les rapports ont été contestés; mais cela nous entraînerait trop loin. Nous renvoyons à notre mémoire pour la discussion détaillée de cette question : l'on reconnaîtra que les arguments donnés en faveur de leur affinité avec les Ganoïdes sont tous contestables, et que ces poissons sont de véritables Téléostéens.

Ces *Hoplopleurides,* caractérisés par des séries d'écussons disposés en séries longitudinales, forment un groupe jusqu'à présent spécial à la période crétacée. Ils contribuent bien pour leur part à la physionomie des faunes du Liban.

Ces faits peuvent encore se résumer comme suit :

Les faunes du Liban, comme les autres faunes crétacées, ont, dans leurs grands traits, tous leurs rapports avec les faunes suivantes et presque aucun avec les faunes précédentes. Le commencement de l'époque crétacée a été pour cette classe un temps de renouvellement de formes et de modifications puissantes. Le caractère général principal consiste dans la disparition brusque des Ganoïdes et leur remplacement par d'abondants Téléostéens.

Si on les compare avec les faunes suivantes (tertiaire et moderne), on verra qu'elles sont composées de familles qui sont dans d'autres proportions.

La plus importante est celle des Halécoïdes (Salmones et Clupes), qui peut être considérée comme la continuation de quelques genres jurassiques. C'est la seule parmi les Téléostéens qui ait une origine aussi ancienne. C'est aussi celle qui reproduit de la manière la plus marquée les formes normales et typiques du poisson. Les saumons et les clupes

de nos eaux actuelles sont de tous les poissons ceux qui ont le mieux conservé les formes originelles ; ce sont aussi ceux qui ont les plus anciens aïeux connus.

La grande division des Cténoïdes, aujourd'hui si variée et si importante, n'a pas de racine connue avant l'époque crétacée. Elle est représentée par un certain nombre de types liés ensemble par de nombreux caractères communs, surtout dans le facies, l'apparence générale et les téguments. Ces types forment la base d'un grand faisceau qui, en avançant dans les âges successifs, s'est différencié davantage soit parce que les branches se sont écartées, soit parce que de nouvelles sont nées de leur division.

Le troisième groupe qui a joué un rôle important dans ces Téléostéens, est l'ordre des Hoplopleurides, plus isolé que les précédents. Rien ne l'annonce dans la période jurassique : rien ne le continue dans la période tertiaire.

Ces trois groupes forment la presque totalité de la faune des Téléostéens. Il faut seulement y ajouter, dans l'état actuel de nos connaissances, quelques genres isolés dont l'histoire ne nous est connue que d'une manière incomplète, et qui paraissent subordonnés aux précédents tant par cet isolement même que par le petit nombre des individus qui les représentent.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

M. J. Gill. Sur le phénomène du regel. (*Philosophical Magazine*, février 1866.)

M. Tyndall est parvenu, comme on le sait, à mouler de la glace solide sous toutes sortes de formes par le seul effet de la pression, et c'est sur ce fait que repose son ingénieuse explication du mouvement des glaciers qu'il attribue à la rupture et au regel de la glace. Les physiciens ne sont cependant pas encore d'acord sur la cause immédiate du regel, et sur la manière dont le phénomène se passe. Suivant M. Tyndall, et son opinion est fondée sur des expériences précises, ce sont les particules de la surface d'une masse de glace qui, n'étant retenus que d'un côté, sont capables de se mouvoir plus librement que les particules de l'intérieur de cette même masse, et par conséquent, peuvent se fondre à une température moins élevée. Or, lorsque deux masses de glace à surface humide, ou en d'autres termes, recouvertes chacune d'une pellicule liquide à zéro, sont mises en contact l'une avec l'autre, les portions qui se touchent peuvent être regardées comme transportées, pour ainsi dire, au centre de la masse. « Ces surfaces, dit M. Tyndall, avant d'être mises en « contact, étaient douées du mouvement de liquidité, tandis « que l'intérieur de la glace ne l'était pas, et comme il devra « nécessairement s'établir au bout de peu de temps un équi- « libre entre les masses situées de chaque côté de la pellicule « liquide et la pellicule elle-même, celle-ci se trouvera ré-

« duite à un état de mouvement incompatible avec la liqui-
« dité. En d'autres termes, elle gélera, et cimentera les deux
« surfaces de glace entre lesquelles elle se trouve comprise. »

L'explication du regel proposée par le professeur J. Thomson est basée sur le fait qu'il a lui-même découvert, savoir, que le point de congélation de l'eau est abaissé par la compression. Suivant ce physicien, les deux masses de glace se fondent en partie par suite de la pression qui a lieu à leurs points de contact, et c'est le froid développé par l'effet de leur liquéfaction qui opère la congélation d'une portion de la pellicule liquide comprise entre leurs surfaces. Mais pour accepter cette explication comme satisfaisante, il faut admettre d'abord, qu'une cause suffisante de pression aux points de contact ait été constatée, et qu'ensuite cette pression puisse avoir lieu aux points en question sans exercer en même temps une action analogue sur la pellicule liquide interposée entre les deux surfaces en contact. C'est là, suivant M. Gill, que réside la difficulté, et pour y parer, il propose l'explication suivante :

Les physiciens admettent généralement que la glace s'évapore à toute température connue, et que cette « disgrégation » ou action métamorphique, qui constitue le phénomène de l'évaporation, peut être regardée comme entraînant une dépense de calorique (ou de toute autre force), capable de convertir les particules de glace en particules de vapeur gazeuse. La surface d'évaporation de la glace se trouve ainsi être le champ d'une opération moléculaire active ; et quelle que soit la manière dont la chaleur puisse y pénétrer, il est certain qu'elle en sort avec chaque particule disgrégée ou métamorphosée qui s'évapore de la surface du solide.

Maintenant on sait qu'entre la température de 0° et 4°, l'eau, au lieu de se dilater, diminue au contraire de volume sous l'influence de la chaleur. Ce liquide pouvant ainsi être regardé comme doué entre ces températures d'un état exceptionnel de « susceptibilité thermique, » il serait naturel de supposer

que ses propriétés calorifiques fussent aussi interverties. Sous ce rapport, les minces pellicules liquides, qui se trouvent sur les surfaces humides des fragments de glace, peuvent être regardées comme étant à la limite maximum de cet état d'interversion de l'action thermométrique, et comme devant diminuer de volume dès qu'elles sont légèrement chauffées.

Lorsqu'on met en contact deux masses de glace, il serait naturel de supposer que le mouvement de translation des particules disgrégées qui s'échappent, étant suspendu pour l'une et l'autre, un dégagement de chaleur locale doive en être la conséquence. Dans le cas de deux masses de glace humide mises en contact sans emploi d'ucune pression artificielle, les points de contact réels peuvent être regardés comme excessivement tenus, et comme renfermant entre eux des surfaces comparativement étendues de pellicules liquides. Or, les plus petites portions de surfaces sphériques qu'on puisse se figurer en contact effectif, donnent l'idée, sous le point de vue moléculaire, d'espaces considérables renfermant un assez grand nombre des points de contact virtuels, suivant l'expression de M. Tyndall, qui ne sont séparés que par des pellicules d'eau excessivement minces. Maintenant, le développement subit de chaleur engendrée à l'instant du contact des deux masses de glaces, par suite de l'arrêt qui a lieu dans le mouvement de translation des particules disgrégées qui s'échappaient auparavant de leurs surfaces, devra élever la température de ces surfaces partout où cette action a lieu. La liquéfaction subite des protubérances en saillie n'établirait probablement qu'une action très-limitée en comparaison du réchauffement des pellicules liquides intercalées, lesquelles, privées de toute communication avec l'extérieur et prêtes à se contracter instantanément par suite de l'accroissement de température, devront tendre à créer un vide partiel entre les points d'appui solides contigus, tandis que l'action de la pression atmosphérique sur le derrière de

chacune des deux masses de glace serait de nature à donner lieu à une pression considérable sur ces points solides, pression à laquelle il faudrait peut-être ajouter une espèce d'attraction capillaire qui a lieu en général entre des surfaces en contact.

J. P. Cooke jun. — Sur les lignes aqueuses du spectre solaire. (*Journal de Silliman*, mars 1866.)

L'auteur rend compte dans ce travail d'observations sur les raies du spectre solaire, faites avec un spectroscope décrit précédemment[1], au moyen duquel il est parvenu à obtenir une action absolument constante et indépendante des variations qui pourraient résulter des conditions de l'appareil. Ces observations l'ont amené à conclure qu'un très-grand nombre de lignes obscures de faible intensité, considérées jusqu'ici simplement comme des lignes *atmosphériques*[2], proviennent uniquement de la présence de la vapeur aqueuse contenue dans l'air, et que, par conséquent, l'absorption des rayons lumineux du soleil par l'atmosphère est due, au moins en grande partie, à la vapeur aqueuse contenue dans celle-ci. L'apparence de la ligne D de Fraunhofer, vue précisément dans les mêmes conditions, mais avec des quantités croissantes de vapeur aqueuse dans l'atmosphère, est représentée dans les figures 1, 2, 3 et 4.

[1] Voyez *Journal de Silliman* pour novembre 1865. « Sur la construction d'un spectroscope muni de plusieurs prismes, au moyen desquels on parvient à mesurer exactement l'angle de déviation minimum pour un rayon quelconque, ainsi que sa position dans le spectre solaire. »

[2] *Air-lines :* M. Janssen les désigne sous le nom de *raies telluriques*. (*Red.*)

Fig. 1.
5 janvier 1866.
Température —12°,22 C.
Point de rosée —16°,94.

D_1 α D_2

Poids de la vapeur dans un pied cube d'air } grains 0,81

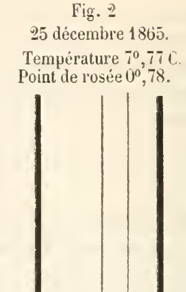


Fig. 2
25 décembre 1865.
Température 7°,77 C.
Point de rosée 0°,78.

D_1 α β D_2

Poids de la vapeur dans un pied cube d'air } grains 2,42

Fig. 3.
26 décembre 1865.
Température 12°,77 C.
Point de rosée 7°,77.

D_1 δ ε ζ α γβ D_2

Poids de la vapeur dans un pied cube d'air } grains 3,76

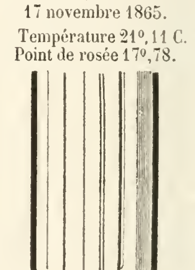


Fig. 4.
17 novembre 1865.
Température 21°,11 C.
Point de rosée 17°,78.

D_1 η δ ε ζ αγ βθ κ D_2

Poids de la vapeur dans un pied cube d'air } grains 6,57

Ce fut le 17 novembre 1865, à Cambridge dans le Massachussets, qu'un temps exceptionnellement chaud et humide fournit pour la première fois à l'auteur l'occasion de remarquer l'influence de l'humidité sur les raies du spectre. La température de l'air à midi, par un soleil brillant, était de 21°,11 centigrade, le thermomètre à boule humide étant à

18°,88, indiquant ainsi une quantité de vapeur dans l'atmosphère égale à 6.57 grains par pied cube. Jamais les lignes aqueuses n'ont paru aussi nombreuses et aussi distinctes qu'à cette occasion, le nombre total de lignes visibles dans le jaune du spectre étant au moins dix fois plus considérable qu'il ne l'est ordinairement. L'aspect de la ligne D est représenté dans la figure 4. Entre les deux bandes bien connues D_1 et D_2 se trouvent huit lignes bien définies d'intensité inégale; de plus, entre les deux lignes D du côté le plus réfrangible du spectre, on remarque une bande nébuleuse assez large, mais de faible intensité, et divisée en lignes à peine distinctes les unes des autres. La lettre $\varkappa$ dans la figure 4 représente, sinon l'apparence exacte, au moins la forme et la largeur approximative de la bande en question.

Le 26 décembre 1865 le temps fut de nouveau parfaitement clair et chaud pour la saison; le thermomètre à une heure de l'après-midi indiquant 12°,77, et celui à boule humide 10°. La quantité de vapeur aqueuse par pied cube d'air pouvait donc être évaluée à 3,76 grains. Pour ce cas, l'apparence de la ligne D est représentée dans la figure 3. Deux des lignes η et θ, et la bande nébuleuse $\varkappa$ ont complétement disparu, et de plus le groupe très-visible des lignes $\delta\,\varepsilon\,\zeta$, placées à gauche dans la figure 4, peut tout juste se distinguer dans la figure 3.

Le 25 décembre 1865, par un temps aussi parfaitement clair, la température de l'air étant de 7°,77, le thermomètre à boule humide indiquant 4°,44, soit 2.42 grains d'eau par pied cube, on ne voyait entre les bandes D que deux lignes marquées α et β dans la figure 2, cette dernière d'une intensité excessivement faible.

Enfin, le 5 janvier 1866, par un temps très-clair et froid, le thermomètre à midi n'indiquant que —12°,22, et celui à boule humide —12.77, soit seulement 0.81 gr. d'eau par pied cube, la ligne α (fig. 1) était seule visible entre les lignes D. Il en a

été de même le 8 janvier par un froid excessif, le thermomètre à midi indiquant plus de 23° au-dessous de zéro.

L'auteur a cherché, dans les figures ci-dessus, à représenter aussi exactement que possible l'intensité relative des diverses lignes dans les différentes conditions atmosphériques qui viennent d'être signalées. Mais n'ayant d'autre moyen de se diriger dans cette comparaison que la vue, il aurait été difficile d'éviter des erreurs plus ou moins capitales, si heureusement il n'était pas arrivé que la ligne marquée α dans les 4 figures n'a jamais varié d'intensité, et a pu ainsi servir d'étalon ou point de comparaison d'une observation à l'autre.

Ainsi qu'on le voit dans la figure 1, lorsque l'atmosphère est extrêmement sèche, la ligne α est la seule qui reste visible entre les lignes D. Pour peu que la quantité de vapeur augmente, la ligne β paraît. D'abord à peine sensible à la vue, elle augmente d'intensité avec la quantité de vapeur jusqu'à devenir dans la figure 4 plus apparente que la ligne α. Une comparaison attentive de ces deux lignes pourrait servir à estimer, au moins approximativement, la quantité de vapeur aqueuse contenue dans l'atmosphère, et une série de ces comparaisons faites dans les mêmes conditions à des hauteurs différentes, pourrait fournir des données pour déterminer la loi de décroissement de la vapeur aqueuse à mesure qu'on s'élève. Toutes les autres lignes aqueuses varient en intensité comme la ligne β, et deviennent d'autant plus apparentes que la quantité de vapeur renfermée dans l'atmosphère est plus considérable. C'est ainsi que les trois lignes δ, ε, ζ ne se voient pas dans la figure 2, deviennent tout juste visibles dans la figure 3, et sont très-apparentes dans la figure 4. Les lignes η et θ, et la bande nébuleuse $\varkappa$ n'apparaissent que lorsque l'atmosphère est très-humide; on a vu que leur intensité était encore faible lors même que celle-ci renfermait 6.57 grains d'eau par pied cube. Par un temps encore plus humide, elles deviendraient sans

doute plus apparentes encore, jusqu'à permettre peut-être de décomposer la bande nébuleuse et compter le nombre de lignes dont elle est composée.

On comprend que l'apparition de lignes aqueuses de si faible intensité doit dépendre en grande partie de la construction et de la capacité optique du spectroscope employé. Celui dont s'est servi M. Cooke et qu'il a décrit en détail ailleurs, est pourvu de neuf prismes de flintglass d'un angle réfringent de 45°, qui dévient les rayons de lumière correspondants à la ligne D d'un angle de 267° 37′ 50″, et ceux correspondants à la ligne H d'un angle de 260° 42′ 20″, lorsque l'un et l'autre faisceau de rayons passent à travers les prismes à l'angle de déviation minimum. Le pouvoir dispersif de l'appareil pour ces rayons est donc égal à 13° 4′ 30″, et les rayons correspondants aux deux lignes D sont séparés de 1′ 10″. Les objectifs des deux télescopes de ce spectroscope ont un diamètre de 2 1/4 pouces, et une distance focale de 15 1/2 pouces; enfin la grandeur des prismes, ainsi que celle des autres parties de l'appareil est adaptée aux dimensions ci-dessus. Avec un appareil plus puissant, un plus grand nombre de lignes aqueuses deviendraient sans doute visibles dans les mêmes conditions atmosphériques. L'auteur en a acquis lui-même la preuve en employant des prismes de sulfure de carbone qui ont un pouvoir dispersif égal à près de deux fois celui du flintglass, mais qui présentent l'inconvénient d'une grande variabilité dans l'indice de réfraction pour les plus petits changements de température.

Les résultats obtenus par M. Cooke expliquent les différences remarquées par divers observateurs dans l'apparence de la ligne D. Il y a déjà quelque temps que M. Gassiot a donné dans le « Chemical News » une représentation de la ligne D vue au moyen de son spectroscope; elle renfermait plusieurs lignes qui n'avaient pas été apperçues jusqu'alors. L'auteur de ce mémoire ayant eu l'occasion d'examiner en 1864 l'appareil du physicien anglais, le trouva moins puis-

sant que le sien, et n'hésite pas à attribuer à l'humidité du climat d'Angleterre l'apparition de ces nouvelles lignes, d'autant mieux qu'il a appris que M. Gassiot ne les avait aperçues qu'une seule fois. La ligne D n'a d'ailleurs été choisie par M. Cooke que comme exemple destiné à éclaircir un phénomène général. Il affirme, en effet, que le nombre de lignes aqueuses apperçues dans les portions contigues du spectre, et plus particulièrement dans le jaune, par le temps exceptionnellement humide du 17 novembre dernier, a dépassé de dix fois au moins le nombre de véritables lignes solaires qu'on apperçoit par un temps sec. La partie de la couleur jaune du spectre qui se trouve du côté le plus réfrangible de la ligne D, et dans laquelle on n'apperçoit par un temps sec qu'un nombre de lignes comparativement restreint, en renfermait ce jour-là autant que le bleu et le violet; elles étaient seulement d'une intensité infiniment moindre.

M. Tyndall a montré dans ses belles expériences avec le thermo-multiplicateur, non-seulement que la vapeur aqueuse est un absorbant puissant des rayons calorifiques obscurs, mais aussi que les gaz qui constituent notre atmosphère n'exercent sur ces mêmes rayons qu'une action excessivement faible. L'auteur de ce mémoire croit avoir démontré, par les observations que nous venons de citer, qu'il en est de même des rayons lumineux. Une dernière conséquence qu'il en tire mérite d'être rapporté. Il y a déjà quelque temps qu'on a remarqué que la couleur bleue du ciel est plus ou moins liée à l'état hygrométrique de l'atmosphère, et qu'en général cette couleur est plus intense pendant l'été, où l'atmosphère contient en général une grande quantité de vapeur aqueuse, que dans la saison d'hiver où elle en renferme beaucoup moins. La distribution des lignes aqueuses dans le spectre solaire est non-seulement de nature à confirmer cette manière de voir, mais tend aussi à en expliquer la cause. Il résulte, en effet, des observations de M. Cooke que

les lignes aqueuses sont presque entièrement, si elles ne sont complétement restreintes aux portions les plus réfrangibles du spectre. Si donc la vapeur aqueuse a la propriété d'absorber plus spécialement les rayons jaunes et rouges du spectre, la couleur bleue du ciel en devient la conséquence nécessaire. Cette couleur serait donc le résultat d'une simple absorption, et ne serait pas due à une suite de réflexions par les surfaces de goutelettes d'eau, ainsi que quelques physiciens l'ont supposé.

Aronstein et Sirks. Ueber diffusion der gase..... Sur la diffusion des gaz a travers le caoutchouc. (*Zeitschrift für Chemie*, 1866, p. 260.)

Le professeur Ryhe avait besoin, pour des expériences de physique. de faire passer pendant un jour, dans un appareil, un courant continu d'hydrogène. Il remarqua que, malgré toutes les précautions prises, son hydrogène renfermait toujours des traces d'air et de vapeur d'eau. La communication entre les appareils de purification et ceux où s'effectuait le dessèchement du gaz était établie au moyen d'un tube de caoutchouc.

M. Ryhe soupçonna que la cause de l'altération de la pureté de son hydrogène pourrait bien être due à une diffusion de gaz à travers le caoutchouc de ce tube. MM. Aronstein et Sirks ont entrepris à ce sujet quelques recherches dont voici les résultats :

A l'une des tubulures d'un flacon rempli d'hydrogène, était fixé hermétiquement le tube d'un manomètre, l'autre tubulure était munie d'un tube de verre continué par un tube de caouchouc lequel était fermé par un second tube de verre scellé à son extrémité.

Le manomètre était toujours réglé de telle sorte. que l'on pût lire la pression par des volumes égaux de gaz dans le flacon. La diminution du volume dans le flacon se calcule d'a-

près la formule $\delta = 1 \frac{H' (1 + \alpha t)}{H (1 + \alpha t')}$ dans laquelle H et t expriment la pression de la température au commencement, H' et t' la pression et la température à la fin de l'expérience et α le coefficient de dilatation cubique de l'hydrogène. D'après cela, la quantité d'hydrogène sortie et la quantité d'air rentrée peuvent être calculées approximativement suivant la loi de Graham.

1° Un tube en caoutchouc vulcanisé ordinaire de 3360 millimètres carrés de surface et 1.2^{mm} d'épaisseur, a donné au bout de trois jours δ=0,0405 d'où l'on déduit 5 $^1/_2$ p. cent d'hydrogène sorti et 1 $^1/_2$ p. cent d'hydrogène rentré.

2° Un tube de caoutchouc brun, dévulcaniné, de 3400 millimètres carrés, et 1,6^{mm} d'épaisseur, a donné en douze jours δ=0,049, ce qui correspond à 6,6 p. cent d'hydrogène et 1,7 p. cent d'air.

3° Un tube de caoutchouc pur non vulcanisé de 5000 mm. c. sur 1,3, a donné en 28 jours δ = 0,168 soit 22,7 % d'hydrogène et 5,9 % d'air.

Le caoutchouc est rendu imperméable aux gaz, quand on le recouvre d'un enduit d'asphalte dissoute dans le goudron. Il ne peut également se produire aucune diffusion entre le verre et caoutchouc, si l'on a soin de recouvrir soigneusement ce dernier de l'enduit en question de manière à ce qu'il n'ait plus de contact direct avec le verre. M. D.

CHIMIE.

Professeur RAMMELSBERG. DIE NIEDEREN OXYDATIONSSTUFEN.... SUR LES DEGRÉS INFÉRIEURS D'OXYDATION DU MOLYBDÈNE. (*Journ. für prakt. Chemie*, XCVII, p. 174.)

La série des oxydes du molybdène a fait l'objet des recherches, quelquefois contradictoires, de Berzélius, Svanberg et Struve, H. Rose, Uhrlaub, Blomstrand, von Kobell, etc. L'au-

teur a repris cette question dans son ensemble ; voici le résultat de ses recherches :

L'acide molybdique est réduit par l'hydrogène en donnant successivement du molybdate bleu de molybdène, de l'oxyde brun ($Mo O^2$) puis enfin du métal. Pour que la réduction soit totale, une forte chaleur rouge est nécessaire et alors l'acide perd une quantité d'oxygène qui a été trouvée égale à 34,31 p. cent [1].

L'action du zinc sur l'acide molybdique ou sur le molybdate d'ammoniaque en présence de l'eau régale, amène la production d'un sesquioxyde de molybdène, fait déjà signalé, du reste, par M. Blomstrand.

Lorsqu'on fait bouillir l'acide molybdique, le molybdate d'ammoniaque ou celui de plomb avec du cuivre et de l'acide chlorhydrique, une partie du cuivre se dissout à l'état de chlorure et l'on peut constater que le molybdène est ramené à l'état de sesquioxyde.

Si l'on traite une dissolution d'acide molybdique ou de l'un de ses sels dans l'acide chlorhydrique avec du molybdène métallique, il se forme d'abord une dissolution bleu foncé de molybdate molybdique, puis, par une action plus longue aidée de la chaleur, une liqueur brune contenant du bi-oxyde $Mo O^2$, que l'ammoniaque précipite à l'état d'hydrate semblable au sesqui-oxyde de fer, mais qui s'oxyde rapidement au contact de l'air.

Berzelius a décrit un oxyde bleu $Mo O^2, 4 Mo O^3$. M. Rammelsberg en a trouvé deux autres : le premier obtenu, en mélangeant la liqueur brune ci-dessus avec du molybdate d'ammoniaque, a pour composition $Mo O^2$, $Mo O^3 + 2$ aq. Il est soluble dans l'eau d'où le sel ammoniac le précipite. La production de ce corps est accompagnée de celle de petits cristaux bruns qui sont une combinaison du molybdate molybdique avec celui d'ammoniaque : ($2 Mo O^2, Mo O^3 + Am O. 2 Mo O^3$)

[1] Ce qui donne 46 pour l'équivalent du molybdène, nombre auquel Svanberg et Struve étaient arrivés antérieurement.

+ 9 aq. Ces cristaux chauffés à l'abri de l'air perdent de l'eau et de l'ammoniaque, et il reste un résidu MoO^2, 2 MoO^3.

La série d'oxydation du molybdène devient donc:

Mo^2O^3	$Mo^2O^5 = MoO^2, \; MoO^3$.
$Mo\;O^2$	$Mo^3O^8 = MoO^2, 2\; MoO^3$.
$Mo\;O^3$	$Mo^5O^{14} = MoO^2, 4\; MoO^3$.

En rendant compte de mes recherches sur les molybdates alcalins, dans les *Annales de Poggendorff* (CXXVII, 293), M. Rammelsberg a fait connaître un molybdate d'ammoniaque, 3 Am O, 7 MoO^3+12 aq., dont l'existence m'avait échappé.

M. D.

F. Wœhler. Ueber ein neues.... Sur le sulfure de Ruthénium natif. (*Nachrichten v. d. K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 9 mai 1866.)

Sous le nom de Laurite, M. Wœhler vient de décrire un minéral nouveau, très-intéressant puisqu'il constitue tout à la fois le premier exemple connu d'une combinaison sulfurée native des métaux du platine, et le seul cas observé d'une espèce dont le ruthénium soit le principal constituant.

La laurite se présente en très-petits grains, parmi lesquels on peut reconnaître des cristaux appartenant au système régulier (octaèdre et cube, hexatétraèdre et cube, etc.) Sa couleur est un noir de fer foncé, très-éclatant ; elle est très-dure et fragile ; sa poussière est gris foncé ; quand on la chauffe, elle décrépite vivement comme la galène : d'après une détermination approximative, son poids spécifique est légèrement supérieur à 6. Ce minéral est infusible au chalumeau, mais il brûle en donnant de l'acide sulfureux et de l'acide osmique ; l'eau régale et le bisulfate de potasse ne l'attaquent pas.

L'analyse a donné :

Soufre	31.79
Ruthénium . . .	65.19
Osmium	3.08

Ce qui donnait la formule $Ru^2 S^3$, M. Wœhler ne regarde pas comme impossible que le ruthénium retînt encore un peu d'osmium et que la formule puisse être $(Ru^2 S^3)^{12} + Os S^4$ ce qui exigerait : Soufre 32,12. Ruthénium 62,88. Osmium 5,00.

La laurite se trouve dans la mine de platine de Bornéo.

M. D.

Hittorf. Zur Kenntniss.... Recherches sur le phosphore. (*Poggendorff's Annalen*, t. CXXVI, p. 195.)

L'auteur a entrepris sur le phosphore rouge des recherches qui enrichissent nos connaissances de plusieurs faits intéressants en même temps qu'elles modifient partiellement les données que nous devions à M. Schrötter. Voici les résultats les plus saillants de M. Hittorf :

Le phosphore rouge peut cristalliser ; il faut pour cela mettre à profit la propriété qu'il a de cristalliser dans le plomb (comme le silicium dans le zinc) ; on l'obtient ainsi en lamelles métalliques, rouges par transmission, quand elles sont d'une minceur suffisante, ou en rhomboèdres microscopiques dont les angles seraient, semble-t-il, voisins de ceux de l'arsenic. Le phosphore ainsi cristallisé est conducteur de l'électricité ; son poids spécifique, pris à la température ordinaire, est de 2,34 ; il est volatil et stable au-dessus de 300° ; mais, à l'instar de l'arsenic, il ne passe pas par l'état liquide avant de se réduire en vapeurs.

La transformation du phosphore rouge, soit amorphe, soit cristallisé, en phosphore blanc s'effectue à une température voisine de 450°, et non pas à 250° comme on l'a admis d'après M. Schrötter.

On prépare très-facilement le phosphore rouge en chauffant la variété blanche, dans des vases clos, en fer, à 300° ou au-dessus : il ne se forme de phosphure de fer qu'au rouge.

M. D.

Prof. F. Woehler. Traité pratique d'analyse chimique. Édition française, publiée par MM. Grandeau et Troost. Paris. 1865, chez Gauthier-Villars.

L'ouvrage de M. Wœhler, dont le titre précède, vient d'être traduit en français par MM. les professeurs Grandeau et Troost qui, par l'addition de notes et d'articles importants, en ont fait une nouvelle édition originale plutôt qu'une simple traduction. Le plan de ce livre n'est pas le même que ceux des traités publiés jusqu'ici dans notre langue. L'auteur, au lieu d'y donner une série de règles et de préceptes généraux, s'y applique à présenter une suite d'exemples qui embrasse presque tous les cas de l'analyse et conduit l'élève à la connaissance de corps appartenant aux diverses classes de composés. Ces exemples, au nombre de 140 environ, comprennent un bon choix de sels artificiels et beaucoup de minéraux, principalement ceux dont on retire les métaux, rares ou usuels, et leurs composés. Nous recommandons vivement l'usage de ce petit traité aux jeunes gens qui veulent s'initier à l'analyse et à la chimie pratiques, car la marche qui y est suivie les conduira sûrement au but. M. D.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

F. R. von Hauer. Les phénomènes volcaniques de Santorin. (*Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt*, vol. 16, 1866, 1er cahier.)

Dans la séance du 20 mars 1866, de la Soc. imp. géologique de Vienne, M. de Hauer a lu de nombreux détails sur les phénomènes récemment observés à Santorin ; le court extrait que nous en donnons fera suite à un article sur le même sujet inséré dans le n° de mars des *Archives*.

L'îlot qui par sa formation détruisit le village de Vulcano n'a cessé de s'étendre et le 5 mars il avait atteint une hau-

teur de 60 mètres et une largeur d'environ 400 mètres. il est devenu une presqu'île, par suite de sa jonction avec Neo Kammeni et a pris le nom de George I. D'autres îlots se sont encore formés. Le 13 février 1866. écrit M. le Dr Schmidt, nous vîmes surgir un îlot du sein de la mer, au milieu d'un grand tourbillon, entre la pointe sud de Neo Kammeni et Palœo Kammeni, dans un endroit où, deux jours auparavant, nous n'avions observé qu'un dégagement de grosses bulles de gaz et où la température de la mer n'était que de 24° cent. On a donné à ce nouvel îlot le nom d'Aphrœssa.

Le 20 février, une violente éruption du volcan George I mit en danger les membres de la commission géologique qui stationnait à Santorin. M. Schmidt la raconte d'une manière fort intéressante. Il était allé étudier l'ancien volcan de Neo Kammeni et avait remarqué que la température, soit du sol, soit de la mer, s'était élevée d'une manière notable. On entendait de fortes détonations dans le nouveau volcan, lequel, tout à coup, commença à lancer avec une force extraordinaire une pluie de pierres incandescentes. M. Schmidt et ses compagnons durent prendre la fuite en toute hâte, en abandonnant leurs instruments, pour gagner le bord de la mer: ils n'y parvinrent qu'avec beaucoup de peine et de danger et en furent quittes cependant pour de nombreuses brûlures. Les deux anciens volcans de Neo Kammeni s'étaient aussi presque instantanément rallumés. Le navire de la commission géologique, Aphrœsa, à l'ancre près de l'île, se trouva également dans un grand danger, il fut en un moment couvert de pierres incandescentes qui mirent le feu à plusieurs endroits et il dut s'éloigner en toute hâte. Le capitaine d'un autre bâtiment ancré tout près fut tué par une pierre.

Le 22 février eut lieu de nouveau une terrible éruption, plus violente encore que la première, de cendres et de pierres d'un verre noirâtre qui furent lancées à une hauteur de plus de 1000 mètres et à un kilomètre de distance. D'autres, mais plus faibles, eurent encore lieu plus tard.

M. A. Fehr, officier de la canonnière autrichienne Reka, qui séjourna plusieurs jours autour de l'île de Santorin, fit une série d'observations sur la température de la mer qu'il trouva de 13 $^1/_2$ à 14 $^1/_2$° R. Dans le port de Santorin, celle de l'atmosphère était de 20° R. Près de George I il trouva l'eau de la mer à 28—33° R. Tout près de l'île d'Aphroessa à 40 et 44° R. mais dans certains points seulement, à peu de distance desquels elle n'était qu'à 14°. — La température du sol dans l'île d'Aphroessa était encore si élevée le 3 mars, qu'il ne fut pas possible à M. Fehr d'y mettre le pied; le soir elle paraissait entourée de flammes s'élevant à 4 et 5 pieds.

L'île de Neo Kammeni est devenue très-dangereuse à étudier, la chaleur, la fumée, les gaz qui sortent de chaque fente en rendent l'exploration très-diffcile. Il est également dangereux d'aborder le volcan George I. Cependant le baron de la Mothe, l'un des officiers de la Reka, eut la hardiesse le 3 mars de l'escalader, afin d'examiner s'il s'était formé un véritable cratère; il put constater qu'il n'en existait aucun, mais que les éruptions sortaient d'une fente immense qui s'était formée. Pendant les diverses éruptions de George I, on mesura la hauteur des colonnes de vapeurs qui sortaient du volcan, elle atteignit 2300 mètres.

L'île d'Aphroessa tend toujours à s'étendre, le 7 mars le canal qui la sépare de Neo Kammeni avait 50 à 60 pieds de Vienne de profondeur, la température de la mer était à 44° R., elle bouillonnait constamment.

Le 9 mars, M. de Verneuil arriva à Santorin et fit une exploration complète avec les officiers de la Reka, ils trouvèrent l'île d'Aphroessa fort augmentée, le canal entre elle et Neo Kammeni n'avait plus que 33 pieds de Vienne de profondeur et s'était considérablement rétréci. La température de la mer était toujours très-inégale, on la trouvait à 14° seulement tout près d'un endroit où elle était à 40° et où l'on voyait des flammes sortir de l'eau.

Le 10 mars, nouvelles éruptions de pierres accompagnées

de grandes détonations; un îlot nouveau qui fut appelé Reka surgit à l'O. d'Aphroessa dont il est séparé par un canal de 30 à 40 pieds de large et de 11 pieds de profondeur; la température de la mer y fut trouvée de 65° C., on y observe un grand bouillonnement. Cet ilot s'est refroidi très-rapidement, à l'inverse d'Aphroessa.

Le canal entre Aphroessa et Neo Kammeni s'est fort rétréci, et sa profondeur le 10 mars n'était plus que de 1 ½ pieds en certains endroits, la température de l'eau de la mer était de 70°, il en sortait une vapeur intense. Un cratère de 10 à 11 mètres de largeur paraît s'être formé au milieu de l'îlot. L'action volcanique se propage de l'O. à l'E. M. de Verneuil a émis l'opinion que Neo Kammeni, George I, Aphroessa et Reka sont entièrement composés de lave.

La canonnière Reka a quitté Santorin le 12 mars: un repos complet avait succédé aux phénomènes des jours précédents. L.

ZOOLOGIE. ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

H. Coquand. Monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne. Marseille 1866.

Il n'y a que peu d'années, en 1862, M. Coquand a publié un bel ouvrage sur la Paléontologie de la province de Constantine, et il vient encore de nous donner une monographie très-intéressante, celle de l'étage aptien de l'Espagne, dans lequel on a découvert des dépôts charbonneux abondants et exploitables. Leur position stratigraphique a été singulièrement méconnue par les géologues espagnols, l'analyse de plusieurs de leurs travaux par où commence le mémoire de M. Coquand, suffit pour montrer combien cette question avait besoin d'être sérieusement étudiée. Les travaux de MM. de Verneuil et Collomb ont jeté déjà beaucoup de lumière sur cette partie de la géologie de l'Espagne,

l'ouvrage de M. Coquand vient fixer définitivement l'âge de ces dépôts remarquables en faisant connaître la faune d'une grande richesse qu'ils renferment et qui appartient incontestablement à l'étage aptien.

Voici dans la province de Teruel en Aragon, l'ordre de succession des couches crétacées.

Immédiatement au-dessus des dernières strates jurassiques se trouve :

1° L'étage aptien.

2° L'étage gardonien.

3° L'étage carentonien.

Le néocomien paraît manquer dans cette province.

M. Coquand divise l'étage aptien en deux groupes : l'*aptien inférieur* qui comprend l'urgonien ou néocomien supérieur, et l'*aptien supérieur*, aptien proprement dit ; il n'admet pas que l'étage urgonien puisse être conservé comme tel, et donne un certain nombre de preuves à l'appui de sa manière de voir. Il paraît qu'en Espagne et en Algérie on rencontre des couches renfermant les fossiles caractéristiques de l'urgonien, *Chama Lonsdalii*, etc., en alternant avec d'autres couches renfermant les fossiles caractéristiques de l'aptien, *Orbitolina lenticularis, Salenia Prestensis, Ostrea Aquila*, etc. L'étage urgonien ne serait donc qu'un facies local de l'étage aptien. Nous ne prétendons point discuter ici les conclusions de M. Coquand basées sur l'observation immédiate des faits ; nous ferons seulement observer qu'il est des localités où l'étage urgonien est beaucoup plus clairement caractérisé ; ainsi au mont Salève, à la Perte-du-Rhône, à Châtillon-de-Michaille, etc., il renferme une faune très-spéciale et qui n'offre point ou du moins très-peu de passages avec celle de l'aptien ; elle aurait plutôt certains rapports avec celle du néocomien.

L'étage gardonien est représenté en Espagne par un ensemble de grès et d'argiles renfermant comme l'aptien des dépôts charbonneux, mais plus pauvres. On n'y a pas encore trouvé de fossiles, et c'est par analogie, ainsi que M. Coquand le dit lui-même, qu'il a établi son parallélisme.

La richesse paléontologique de l'étage aptien d'Espagne est vraiment surprenante; en trois mois M. Coquand a pu réunir 231 espèces, dont 120 nouvelles figurées dans les 28 planches qui accompagnent le mémoire. On ne connaît que 152 espèces dans les dépôts aptiens de la Perte-du-Rhône et de la Presta. Sur ce nombre 69 se retrouveraient en Espagne; 44 espèces sont communes à l'aptien d'Espagne et au lower greensand d'Angleterre, 49 à l'aptien d'Espagne et à l'aptien de l'Algérie, enfin les fossiles de Colombie décrits par d'Orbigny seraient en grande partie aptiens, ainsi que l'établissent les tableaux qui terminent l'ouvrage.

Le mémoire de M. Coquand est d'une grande importance, il vient étendre considérablement nos connaissances sur l'étage aptien, et l'auteur a rendu un vrai service à la science en publiant ce beau travail monographique. L.

Elias MECZNIKOW. ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE, etc. SUR LE DÉVELOPPEMENT DES MYZOSTOMES. (*Zeitschr. für wissensch. Zool.* Band XVI, 1866.)

Les Myzostomes, parasites des comatules, n'occupent encore, malgré des recherches répétées, qu'une position incertaine dans le cadre zoologique. Les observateurs les plus récents en particulier, comme M. Semper, semblent disposés à les rapprocher des Arthropodes.

M. Mecznikow est arrivé à d'autres conclusions : c'est dans les Annélides qu'il cherche les plus proches parents des Myzostomes : il s'appuie sur le développement de notre parasite qu'il a pu étudier en partie comme M. Semper, grâce à la fécondation artificielle. La jeune larve, d'abord ciliée, présente bientôt des rudiments de rames pédieuses sétigères. Une telle larve n'offre certe aucune ressemblance avec un Nauplius de crustacé et elle n'offre point le facies d'Acarien ou de Tardigrade qu'on croit retrouver dans les figures données par M. Semper.

Les Myzostomes seraient donc des Annélides parasites. Leur peau offre d'ailleurs une structure semblable à celle des Annélides, puisque sa cuticule est semée de faisceaux de cils vibratiles, caractère étranger aux autres classes de vers. La trompe papillifère des Myzostomes se différencie à peine de celle des Géryones ou des Phyllodoces. Leur intestin ramifié n'est qu'une répétition de celui des Aphroditacés. Les pieds sont de simples rames qui n'ont aucun rapport avec les extrémités des Arthropodes.

Il faut reconnaître cependant que les organes reproducteurs des Myzostomes s'éloignent passablement de ceux de véritables Annélides. Sans parler de leur hermaphrodisme, qui se retrouve d'ailleurs même chez certaines Annélides polychètes, c'est surtout l'existence d'un cloaque qui mérite d'être relevée.

Les canaux déférents sont aussi quelque chose d'exceptionnel, à moins qu'on ne les compare aux organes segmentaires de ceux des Chétopodes qui n'en ont qu'une seule paire (Parthenope). Quant à l'existence de ventouses ventrales, c'est une particularité de peu d'importance, en accord avec les conditions de parasitisme. On retrouve d'ailleurs une ventouse chez les Leucodores parmis les Chétopodes.

Prof. HÆCKEL. RECHERCHES SUR LES HYDROMÉDUSES : FAMILLE DES GÉRYONIDES (*Beiträge zur Naturg. d. Hydromedusen. 1stes Heft. Die Familie der Rüsselquallen, nebst Atlas.* Leipzig, 1865.)

Parmi les méduses Craspédotes, la famille des Géryonides se distingue par la longueur de son pédoncule stomacal, qui fait ressembler ces animaux à des ombrelles munies d'un long manche. Ce caractère se retrouve, il est vrai, dans toute la famille des Géryonopsides, établie par M. Agassiz, ainsi que chez quelques Océanides et quelques Thaumantiades.

Toutefois les Géryonides se distinguent de ces familles par la forme toute particulière des organes générateurs, qui s'étendent comme de minces feuilles dans la subombrelle, sans faire saillie dans la cavité de l'ombrelle. M. Gegenbaur attribue, il est vrai, aux Géryonides un autre caractère important, concernant le système gastrovasculaire. Leur pédoncule stomacal serait en effet dépourvu des canaux gastrovasculaires et représenterait un tube creux dans toute sa longueur et rempli de chyme, qui communiquerait directement avec les canaux rayonnants de l'ombrelle. Toutefois, M. Haeckel montre que ce caractère est erroné. Le pédoncule des Géryonides est, comme celui des Géryonopsides, solide, hyalin, et l'estomac n'occupe que son extrémité inférieure ou buccale. De cet estomac partent les canaux gastrovasculaires, creusés dans la couche périphérique du pédoncule hyalin, pour se diriger vers l'ombrelle. M. Hæckel remarque que les Géryonides forment deux groupes très-naturels, selon qu'elles sont rayonnées suivant le nombre quatre ou suivant le nombre six. Il en forme par suite deux sous-familles, celle des Carmarinides et celle des Liriopides. Les Carmarinides, rayonnées sur le nombre six, se distinguent par leur grande taille, non-seulement des Liriopides, mais encore de presque toutes les autres méduses Craspédotes, si bien qu'on peut les considérer comme des géants parmi les hydroïdes.

Un organe fort singulier, propre à certaines Géryonides de l'une comme de l'autre sous-famille, est un cône solide, gélatineux, hyalin, qui naît du fond de l'estomac, et, traversant toute la cavité de celui-ci, fait saillie au dehors par la bouche. Cet organe, que l'auteur désigne sous le nom de *cône lingual*, paraît doué de fonctions tactiles; mais il est en outre, comme nous le verrons plus loin, intimement lié aux fonctions de reproduction. Son existence était déjà connue dans le genre Liriope, à quatre rayons, mais l'auteur l'a trouvé en outre dans le nouveau genre Carmarina, à six rayons, de la Méditerranée.

Certaines Carmarinides présentent une modification du système gastrovasculaire. unique en son genre parmi les méduses Craspédotes. On trouve en effet chez elles, en outre des canaux rayonnants normaux. des canaux centripètes qui partent du canal marginal et se dirigent vers la base du pédoncule stomacal, où ils finissent en cul-de-sac.

Les Géryonides paraissent munis d'un système nerveux dont la partie principale se présente sous la forme d'un cordon annulaire, placé immédiatement sous le canal marginal et muni de renflements ganglionnaires au niveau des corps marginaux.

Voilà donc un nouveau champion en faveur de l'existence si controversée du système nerveux des méduses. Cependant il est bon de remarquer que le système nerveux décrit par M. Hæckel paraît essentiellement différent de celui qu'a signalé M. Agassiz; il est aussi distinct des organes considérés comme nerveux par M. F. Müller chez les Liriopes, et ne paraît coïncider qu'avec le système nerveux reconnu par M. F. Müller chez les Tamoya, et par M. Leuckart chez les Eucopes.

Les tentacules des Géryonides adultes sont au moins aussi nombreux que les canaux rayonnants et alors placés à l'extrémité de ceux-ci. Il en existe donc au moins quatre chez les Liriopides et au moins six chez les Carmarinides. Mais beaucoup d'espèces possèdent en outre des tentacules interradiaires qui paraissent d'ailleurs exister chez toutes les espèces pendant le jeune âge. Bien plus, pendant une certaine période de la vie larvaire, toutes les Géryonides paraissent posséder des tentacules supplémentaires ou accessoires, insérés sur la partie dorsale de l'ombrelle, un peu au-dessus des tentacules radiaires et sur les mêmes méridiens que ceux-ci. Pendant cette période du développement, les Liriopides possèdent donc douze tentacules et les Carmarinides dix-huit. Tandis que les tentacules radiaires sont creux souples, et animés de mouvements très-vifs, les tentacules interradiaires

sont courts, roides et n'offrent guère qu'un mouvement de pendule, comme les tentacules des Trachynémides.

Le développement de toutes les Géryonides présente une série de métamorphoses fort intéressantes : en effet, les jeunes individus, au sortir de l'œuf, sont très-différents de leurs parents et doivent, avant d'atteindre leur forme définitive, passer par diverses phases, dont plusieurs ont été l'occasion de la formation de genres particuliers. La métamorphose d'une espèce seulement *(Liriope Catharinensis)* avait jusqu'ici été étudiée par M. F. Müller. M. Hæckel fait connaître en outre celle d'une autre Liriope et celle d'une Carmarine. Chez toutes les espèces, que leur nombre typique fondamental soit quatre ou six, les tentacules sont d'abord en nombre égal au nombre typique, puis en nombre double, plus tard en nombre triple; enfin, dans la suite du développement, ce nombre retombe au double du nombre typique ou même, chez beaucoup d'espèces, à ce nombre lui-même. Les premiers tentacules radiaires qui ne sont que rudimentaires disparaissent en général dès que les seconds ont acquis une certaine longueur. En revanche, les tentacules inter-radiaires, solides et roides, persistent chez certaines espèces jusqu'au commencement de la maturité sexuelle et même, chez d'autres, pendant toute la vie.

En outre de ce mode de reproduction, M. Hæckel en a observé un autre fort étrange chez la *Carmarina hastata* de la Méditerranée. Certains individus de cette espèce, soit mâles, soit femelles, renferment dans leur estomac une sorte d'épi, formé par une agglomération de bourgeons médusiformes. Le nombre des méduses de l'un de ces épis peut s'élever jusqu'à quatre-vingt-cinq. Un examen plus attentif enseigna à M. Hæckel que l'épi est formé dans son axe par le cône lingual, à la surface duquel tous les bourgeons médusiformes sont attachés par le milieu de la face aborale de l'ombrelle. Ce cône joue donc tantôt le rôle d'une langue tactile, tantôt celui d'un organe gemmipare. Chose remarquable, tous ces

bourgeons sont rayonnés selon le nombre huit, tandis que toutes les Carmarines adultes et toutes les larves sorties de leurs œufs sont rayonnées suivant le nombre six. Il est donc impossible que les bourgeons deviennent jamais des Carmarines. Du reste, toute l'organisation de ces bourgeons les éloigne de la famille des Géryonides pour leur assigner une place parmi celle des Aegynides, et, en effet, ces jeunes bourgeons se développent en une Aegynide, abondante dans le golfe de Nice et décrite par M. Hæckel sous le nom *Cunina rhododactyla*. Cette Cunina, dépourvue de long pédoncule stomacal, est sexuée tout aussi bien que la Carmarine dont elle provient.

Les deux familles des Géryonides et des Aegynides devront donc être dorénavant réunies en une seule (*Phyllorchides* Hæckel). M. Hæckel montre d'ailleurs que les différences qui les séparent sont moins grandes qu'on n'avait cru jusqu'ici. Seules parmi les Craspédotes, les Aegynides ont passé pour être dépourvues de canal marginal, mais cette exception disparaît, l'auteur montrant que ce canal existe aussi chez elles. Les poches latérales et aveugles de l'estomac, sur lesquelles on a tant insisté comme sur un caractère tout particulier aux Aegynides, ne sont en définitive que des canaux gastrovasculaires rayonnants, exceptionnellement larges et aplatis, qui s'ouvrent d'une part dans l'estomac et d'autre part dans le canal marginal. Enfin les particularités des tentacules qu'on a relevées chez les Aegynides se retrouvent dans les tentacules provisoires des Géryonides.

Cette découverte remarquable aurait pu en quelque sorte être pressentie en tenant compte de quelques faits isolés déjà connus. En 1853, M. Kölliker décrivit sous le nom de *Stenogaster complanatus* une petite Aegynide à seize rayons qu'il avait trouvé dans l'estomac d'une Aegynide à dix rayons, l'*Eurystoma rubiginosum*. En 1861, M. Fritz Müller fut conduit à supposer par analogie que les Stenogaster étaient engendrés par les Eurystomes. En effet, chez une Aegynide de

la côte du Brésil, à laquelle il donne le nom de *Cunina Köllikeri*, il observa que des individus rayonnés suivant le nombre huit, engendrent par bourgeonnement, dans leur estomac, des individus couverts de cils vibratiles et rayonnés suivant le nombre douze. Ces cas, rapprochés de celui étudié par M. Hæckel, montrent qu'il existe chez les Aegynides un dimorphisme de deux générations sexuées dont l'une résulte de l'autre par bourgeonnement.

L'existence même d'épis de Méduses, produits par la formation de nombreuses gemmes à la surface du cône lingual des Géryonides, n'est point aussi complétement nouvelle qu'on pourrait le penser au premier abord. Déjà en 1843, M. Krohn signalait un épi analogue dans l'estomac d'une Géryonia de la Méditerranée, et, en 1860, M. F. Müller faisait une observation semblable chez une Liriope du Brésil, mais il crut que l'épi était de provenance étrangère et avait été simplement avalé par la Liriope.

Ce mode de reproduction si singulier des Aegynides s'éloigne, comme on le voit notablement de la reproduction des autres Hydroïdes. Il ne s'agit pas d'une alternance d'une ou plusieurs générations hydriformes, asexuées, avec une génération de méduses sexuées, mais de l'union génésique de deux formes de méduses sexuées, très-différentes l'une de l'autre. M. Hæckel voit là un mode de génération essentiellement différent de la génération alternante, pour lequel il propose le nom d'*Allæogénèse*. Toutefois, cette différence n'est peut-être pas aussi profonde qu'elle le semble à première vue. Il faut, il est vrai, rejeter comme forcée l'interprétation par laquelle M. Allman cherche à ramener à la forme normale de la génération alternante les faits exceptionnels observés par M. Hæckel. Le savant écossais cherche en effet à faire des Géryonides une génération asexuée, en élevant théoriquement leurs organes générateurs au rang de zooïdes indépendants ou individus rudimentaires d'une génération sexuée. Une semblable interprétation nous semble donner

une importance exagérée aux organes générateurs, dont chacun n'est en définitive qu'une modification d'un canal gastro-vasculaire rayonnant. En tous cas, l'existence de deux formes sexuées chez une seule et même espèce n'est point aussi inouïe aujourd'hui qu'au moment où M. Hæckel tenait la plume Le développement de l'*Ascaris nigrovenosa*, dont nous avons rendu compte d'après les belles recherches de MM. Leukart et Mecznikow, nous offre parmi les Nématodes un exemple très-semblable de dimorphisme de formes sexuées.

WILHELM HIS. DES MEMBRANES ET DES CAVITÉS DU CORPS. (*Die Häute und Höhlen des Körpers*, in-4°. Bâle, 1865.)

Les belles recherches de M. Remak nous ont enseigné que des trois feuillets blastodermiques d'où dérive tout le corps de l'embryon, le médian contribue avec l'externe à la formation de la peau et avec l'interne à celle des muqueuses. Tandis que les feuillets externe et interne fournissent les matériaux pour la formation des épithéliums de ces membranes et le parenchyme des glandes, le feuillet médian fournit la base vasculaire de ces organes, dont l'origine peut donc être taxée de complexe. Au contraire, les membranes séreuses et synoviales dérivent uniquement du feuillet blastodermique médian. Il en est de même des membranes fibreuses.

Le feuillet blastodermique médian fournit la base de presque tous les organes du corps. Il est à peine possible de mentionner un organe à la formation duquel il ne participerait point, car même les produits réputés purement épithéliaux, comme les poils et les ongles, reçoivent de ce feuillet une base, qui, seule (ainsi le follicule du poil et la matrice de l'ongle), rend leur croissance possible. Seul le cristallin semble se maintenir, toute la vie durant, indépendamment du feuillet blastodermique médian et encore M. His pense-t-il qu'on pourrait lui trouver dans le corps vitré une matrice issue de ce feuillet.

La doctrine de la génèse des organes aux dépens des trois feuillets blastodermiques renfermait jusqu'à présent cependant quelques contradictions. Ainsi, tandis que les organes résultant du feuillet externe et du feuillet interne sont dans la règle dépourvus de vaisseaux, le système nerveux central et la choroïde, provenant du feuillet externe, sont vasculaires; c'est ainsi encore que les reins primordiaux et les glandes sexuelles ont été décrits par les embryongénistes comme provenant dans leur entier du feuillet médian, tandis que le parenchyme celluleux de toutes les autres glandes du corps résulte ou du feuillet interne ou du feuillet externe; c'est ainsi enfin que les nerfs périphériques sont censés se développer aux dépens du feuillet médian, tandis que le système nerveux central dérive du feuillet externe.

Ces contradictions paraissent aujourd'hui en voie de disparaître. Pour la charoïde en particulier, M. Kölliker et surtout M. Babouchine viennent de montrer que son épithélium provient de la paroi externe de la vésicule ophthalmique et par conséquent du feuillet blastodermique externe, tandis que sa trame vasculaire procède des plaques céphaliques, c'est-à-dire du feuillet médian. Puis, des observations de M. His lui-même, dont nous avons déjà rendu compte, montrent que les vaisseaux de l'encéphale et de la moelle épinière sont indépendants de la trame de ces organes et n'y pénètrent que secondairement, comme des prolongements de la pie-mère. Ces vaisseaux proviendraient donc bien dans ce cas du feuillet médian, et M. Müller a déjà démontré depuis plusieurs années une origine toute semblable pour les vaisseaux de la rétine. La contradiction résultant de l'origine prétendue simple des reins primordiaux et des glandes sexuelles vient aussi de disparaître. M. His ayant montré que la provenance de ces organes est mixte, leur trame procédant du feuillet médian et leur parenchyme celluleux du feuillet interne. En définitive donc la seule contradiction subsistant encore est celle relative à l'o-

rigine des nerfs, et M. His, réalisant une prévision de M. Hensen, nous permet de prévoir qu'il faudra bientôt la rayer aussi, les nerfs dérivant, selon toute vraisemblance, du feuillet externe et pénétrant dans le feuillet moyen à peu près comme nous avons vu pénétrer les vaisseaux de la pie-mère dans le système nerveux central. Les trois feuillets blastodermiques peuvent donc être considérés comme bien distincts au point de vue de l'histogénèse : de l'externe et de l'interne dérivent tout le système nerveux et tous les produits épithéliaux du corps, y compris le parenchyme celluleux de toutes les vraies glandes ; du feuillet médian, au contraire, procèdent tous les tissus de nature conjonctive, dans le sens le plus étendu du mot, c'est-à-dire les os, les cartilages, l'ivoire, le tissu connectif, le tissu adénoïde (ganglions lymphatiques, rate, etc.), le sang lui-même et le tissu élastique ; enfin c'est aussi de ce feuillet médian que procède toute la musculature du corps, tant lisse que striée.

Le feuillet moyen présente dans ses métamorphoses une particularité histologique qui fait défaut aux deux autres et qui consiste dans la formation de cavités internes, de fissures et de canaux. C'est ainsi que se produisent les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques et les cavités articulaires. Le feuillet médian finit par représenter dans sa totalité une espèce de trame, sillonnée de nombreuses cavités, les unes indépendantes, les autres communicant ensemble. M. His répartit ces cavités dans les groupes suivants : 1° les cavités séreuses (péritoine, plèvre, péricarde, arachnoïde, tunique vaginale propre du testicule) ; 2° les espaces vasculaires ; 3° les cavités synoviales (bourses muqueuses, tuniques muqueuses, cavités articulaires) ; 4° les interstices du tissu conjonctif ; 5° les vacuoles des ganglions lymphatiques et organes voisins ; 6° les cavités des abcès. Toutes ces cavités jouissent de la propriété d'être résultées d'une division histologique du feuillet médian. Elles doivent être bien distinguées des prétendues cavités des glandes, du système digestif et de ses annexes

qui communiquent avec le monde extérieur et qui sont toujours tapissées d'épithélium. Les anatomistes accordent, il est vrai, ce même nom d'épithélium à la couche de cellules qui tapisse les espaces séreux et vasculaires, ainsi que les cavités articulaires et la face postérieure de la cornée. Toutefois, comme le fait remarquer avec raison M. His, les couches de cellules qui revêtent les espaces clos du feuillet blastodermique médian ont beaucoup de caractères communs entre elles et diffèrent en revanche considérablement des vrais épithélium dérivés des deux autres feuillets. M. His donne le nom d'endothélium à ces faux épithélium du feuillet moyen.

Jamais les endothélium ne présentent de propriété secrétoire, aussi la tentative faite par M. Pflüger, de considérer les membranes séreuses comme des glandes, est-elle peu heureuse. Les endothélium sont partout perméables au sérum, qui les traverse, tantôt pour sortir du vaisseau sanguin et imbiber les tissus ambiants, tantôt pour passer des tissus dans les racines lymphatiques ou dans les cavités séreuses, suivant toujours la direction de la moindre pression. Les endothélium n'établissent donc aucune barrière essentielle entre les cavités et les substances intercellulaires du feuillet médian. Les épithélium, au contraire, dans les circonstances normales, opposent une barrière énergique aux transsudations du sérum; aussi les sécrétions normales ne renferment-elles point d'albumine. Cette différence avait déjà frappé Bichat, qui remarque qu'à l'encontre des cavités séreuses dont la vulnérabilité est excessive, les membranes muqueuses montrent une indifférence extrême à l'endroit de leur contenu; le moindre petit corps étranger, la moindre excitation chimique, produisent dans les séreuses une réaction orageuse, tandis qu'il faut une lésion profonde, une corrosion intense pour rendre une muqueuse malade. En outre, les endothélium contractent des adhérences ou des soudures avec la plus grande facilité, comme cela a lieu normalement à la fermeture du *processus vaginalis*, des vaisseaux ombilicaux, du conduit de Botal, etc.

Les soudures des épithélium sont au contraire toujours imparfaites, puisque même le canal de l'ouraque reste perméable, selon M. Luschka, toute la vie durant.

Les vaisseaux et les cavités séreuses sont les espaces les plus parfaitement clos du feuillet blastodermique médian, puis viennent les cavités articulaires, qui, par des degrés insensibles, en passant par les bourses muqueuses, conduisent à des espaces qui méritent encore à peine le nom de cavite. M. His va jusqu'à se demander si les espaces vasculaires et les cavités séreuses n'ont pas, en outre de la parenté anatomique, encore une parente physiologique; il se demande, en d'autres termes, si les cavités séreuses ne doivent pas être considérées comme des espaces vasculaires, des variétés des cavités lymphatiques. Il cite, à ce propos, l'existence bien connue chez les Batraciens, d'espaces lymphatiques dont l'étendue ne le céde en rien à celle de cavités séreuses; il cite encore l'exemple d'invertébrés chez lesquels la cavité périviscérale fonctionne tantôt comme seul réservoir du sang, tantôt comme dépendance accessoire du système vasculaire. Il n'est pas inutile non plus de rappeler que les expériences de M. Recklinghausen sur la résorption de corps solides ingérés dans la cavité du péritoine semblent aussi parler en faveur d'une semblable signification des sacs séreux.

M. His consacre plus d'attention que la plupart des histologistes actuels aux interstices du tissu connectif : nous entendons par là ces espaces susceptibles de se dilater par insufflation, qui passaient autrefois pour si caractéristiques de ce tissu qu'ils lui firent donner le nom de tissu cellulaire. Il est en effet toujours possible de distinguer dans le tissu connectif une substance fibreuse et une substance gélatineuse que l'auteur désigne sous le nom de mucoïde. Cette dernière remplit les interstices entre les faisseaux fibreux et c'est elle qui, se déchirant facilement sous l'influence d'une insufflation artificielle, donne naissance aux aréoles du tissu. Des solutions

de continuité analogues peuvent sans doute aussi se produire pendant la vie, sous l'influence de tractions diverses; toutefois elles sont rapidement réparées, grâce aux propriétés adhésives de la substance mucoïde. Selon M. His, il n'y aurait en fait d'interstices permanents du tissu connectif que les cavités synoviales et le système des espaces sous-arachnoïdiens, auxquels il faut ajouter peut-être l'espace situé entre la sclérotique et la choroïde.

Toutes les cavités du feuillet blastodermique médian auraient donc, selon M. His, une origine commune ; çà et là il se forme dans le tissu des régions à substance fondamentale plus molle, dans lesquelles des déchirures se produisent sous l'influence d'actions mécaniques et dans ces interstices s'accumulent les liquides parenchymateux. Les interstices sont d'abord limités au hasard, mais dans certains cas leurs parois se recouvrent d'une couche endothéliale. L'étude du développement du tissu connectif conduit M. His à l'opinion suivante : partout où le tissu connectif est soumis à une traction continue ou souvent répétée, il se produit un ligament fibreux, ou un tendon dans lequel la direction des fibres est identique à la direction de la traction ; là où une couche de tissu connectif est exposée à une pression soutenue, il se forme une membrane fibreuse, dont les fibres croisées en sens divers sont dans un plan perpendiculaire à la direction de la pression. Dans cette manière de voir, le muscule se fabriquerait aussi bien ses tendons que ses aponévroses, c'est-à-dire qu'il déterminerait le tissu connectif ambiant à se transformer en tendon et en aponévroses ; le cartilage se fabriquerait son périchondrium, le bulbe oculaire sa capsule et le vaisseau sanguin sa gaîne. La preuve de l'importance de cette action mécanique résulte aussi de ce fait que la quantité de tissu transformé est toujours en rapport direct avec l'énergie de cet élément mécanique. M. His relève avec raison cette circonstance que le tissu connectif, déjà sous sa forme embryonnaire, donne naissance à une enveloppe concentrique-

ment stratifiée, partout où il rencontre des organes en formation qui lui opposent une résistance. Nous renvoyons à l'original pour cette intéressante étude de la formation des différentes variétés du tissu connectif sous l'influence d'actions mécaniques.

Une loi très-remarquable, découlant des données de l'observation, enseigne que partout où le feuillet blastodermique médian, seul vasculaire, arrive dans son développement au contact d'organes résultant d'un des autres feuillets, il se forme au point de contact un réseau capillaire fort riche destiné à persister toute la vie.

Cette loi subit une seule exception en faveur des milieux dioptriques de l'œil, en ce sens que le réseau vasculaire de la face antérieure de la cornée ne s'étend que sur le bord de cet organe et que celui des deux faces du cristallin s'atrophie une fois celui-ci formé. Or, l'expérience pathologique de tous les jours enseigne que toutes les fois qu'une irritation est portée sur du tissu connectif, celui-ci réagit, par une production nouvelle de cellules et de vaisseaux. Ce fait banal conduit l'auteur à admettre que les produits du feuillet externe et du feuillet interne, agissent comme des irritants pour produire cette richesse capillaire extrême. Peut-être les couches d'épithélium engendrent-elles des combinaisons chimiques qui, pénétrant dans le tissu voisin, y détermine cette réaction. Dans tous les cas, nous rencontrons ici encore une grande différence entre les épithélium et les endothélium, ceux-ci reposant toujours sur une base pauvre en vaisseaux.

BOTANIQUE.

G. Gasparrini. Osservazioni sopra una malattia del cotone detta pelagra, etc. Observations sur une maladie du coton, appelée pelagra, et sur quelques moisissures qui l'accompagnent. — Sul cammino d'un micelio fungoso. Observations sur le chemin fait par un mycélium fongueux dans le tronc vivant de l'acacia dealbata. Napoli, 1865.

Dans le premier de ses mémoires, M. Gasparrini raconte qu'en été 1863, quelques plantes du coton cultivé dans la province de Naples furent attaqués par une maladie qui inquiéta les cultivateurs, que les ravages causés par l'oïdium ont rendu craintifs à l'endroit des invasions des moisissures. M. le professeur, examinant les tiges noircies des plantes attaquées, y a reconnu plusieurs champignons de la famille des Mucédinées, et entre autres l'*Alternaria tenuis*[1]. Cette production ne lui paraît pas un être autonome, mais une des formes conidiques d'un petit champignon d'un ordre supérieur, le *Pleospora (Sphaeria) herbarum*. Il regarde le *Penicillium glaucum* comme une forme gonidique de l'*Alternaria*. Ce sont là de pures hypothèses. Il aurait fallu, comme l'ont fait MM. de Bary, Woronin, Hallier, etc., suivre la germination des spores de ces différentes moisissures, et vérifier ainsi la légitimité des suppositions faites à leur sujet.

Du reste, M. Gasparrini ne leur attribue point la maladie du coton appelée *la Pelagra*. Il croit qu'elle provient de l'état des feuilles, qui ont souffert des brouillards de l'été accompagnés de brusques changements de température.

Dans le second des opuscules de M. Gasparrini, il rend

[1] Je relève en passant une erreur de M Gasparrini qui rapporte à l'*Alternaria tenuis*, la singulière Mucédinée qui a envahi nos vignobles en 1832 et 1865, et que j'ai appelée *Torula dissiliens*. Il n'y a d'autre rapport entre les deux plantes, sinon qu'elles sont l'une et l'autre de la même tribu.

compte de l'examen qu'il a fait du tronc d'un bel arbuste de la Nouvelle-Hollande, l'*Acacia dealbata*, qui, en pleine floraison dans le jardin de Naples, a été cassé au niveau du sol par un léger coup de vent. Le cœur du bois, depuis le collet jusqu'à deux décimètres et demi au-dessus, fut trouvé pourri et noirâtre, tandis que l'aubier et l'écorce étaient en bon état. L'examen microscopique montra, dans la partie altérée, un mycélium brunâtre rameux, articulé. Ce mycélium fut suivi et retrouvé jusque dans les branches à 5 mètres environ au-dessus du terrain. Ce n'était ni les rayons médullaires, ni la moëlle, ni les fibres spirales qui l'entourent, ni les cellules fibreuses qui étaient envahies, mais seulement les vaisseaux ponctués. M. Gasparrini se demande comment ce mycélium avait pu s'introduire dans le tronc de l'*Acacia*. Il rappelle des observations qu'il a faites sur les radicelles de diverses liliacées, dont plusieurs, ayant perdu leurs spongioles, étaient ouvertes à des corps étrangers d'une extrême ténuité. Il pense que les filaments si petits du mycélium, qui se trouve dans le sol environnant l'*Acacia*, auraient pu, par l'ouverture du filet fibreux du centre de ces radicelles pénétrer dans l'intérieur de l'arbuste et remonter ainsi jusqu'au sommet du tronc. — Il aurait fallu conserver ce tronc pour voir s'il ne se serait pas développé sur les rameaux supérieurs quelque champignon qui aurait été l'épanouissement de ce mycélium et qui aurait expliqué la destruction du bois. Peut-être aussi l'examen microscopique des feuilles aurait-il fait connaître la présence de quelque Urédinée. Car, ainsi que l'ont démontré les beaux travaux de M. de Bary, ces productions qui germent sur la surface des organes foliacés et pénètrent dans le tissu intérieur de la plante, peuvent l'envahir jusque dans ses racines. Il est vrai que des études de cette espèce n'ont point encore été faites sur des plantes ligneuses.

DUBY.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1866.

Le 1er à 2 1/2 de l'après-midi violent coup de vent du sud.

3, rosée le matin ; éclairs au SE à 8 h. du soir.

4, halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

7, 8 et 9, rosée le matin.

12, éclairs et tonnerres de 4 1/4 h. à 4 3/4 de l'après-midi, direction de l'orage de l'Ouest au SSE ; il a neigé sur le grand Salève et sur les Voirons.

13, la neige tombée la veille a disparu dans la journée, mais il en est tombé de nouveau le soir entre 5 h. et 7 h.

16, la neige tombée le 13 a disparu.

18, 19 et 20, faible gelée blanche le matin, très-faible le 20, le minimum marquait pour ces trois jours + 2°,1 ; + 2°,5 ; + 3°,8.

21, rosée le matin.

24, gelée blanche le matin, minimum + 1°,5.

25, tonnerres à 5 1/2 h. du soir, avant une forte averse.

26, tonnerres de 1 h. 55 m. à 2 h. 25 m. ; l'orage passe de l'Ouest au NE.

27, tonnerres de 1 h. à 2 h., direction de l'orage SO au NE.

28, succession d'orages, accompagnés d'éclairs et tonnerres de 3 h. à 5 1/2 h. ; leur direction est celle du SO au NE.

29, éclairs et tonnerres de 3 1/2 h. à 4 1/2 h. de l'après-midi ; direction de l'orage SSO à l'ENE.

31, halo solaire de 11 1/2 h. à 2 1/2 ; éclairs et tonnerres de 3 h. 37 m. à 4 h. 5 m., direction de l'orage du SO au NE. Les dernières traces de la neige de l'hiver ont disparu du sommet du Grand Salève.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 2 1/4 h. après-m. .	712,05
Le 5 à 10 h. soir.....	731,93		
		9 à 3 h. après-m. .	725,00
11 à 8 h. matin...	729,36		
		13 à 6 h. matin....	723,72
16 à 6 h. matin...	731,40		
		18 à 6 h. soir.....	727,38
20 à 6 h. matin...	730,67		
		25 à 5 h. soir.....	716,86
27 à 10 h. soir.....	725,80		
		31 à 3 h. après-m..	720,38

GENÈVE. — MAI 1866.

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône.		Limnimètre à midi
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		pouces
1	713,04	—11,35	+12,99	+2,23	+11,0	+18,8	8,64	+2,01	802	+ 85	480	950	2,3	4	N. 1	0,82	10,5	+ 1,1	33,5
2	717,04	— 7,37	+ 9,75	—1,16	+ 8,0	+13,1	7,03	+0,33	788	+ 71	610	960	16,4	8	SSO. 1	0,90	9,6	+ 0,2	35,0
3	722,90	— 1,54	+11,23	+0,17	+ 6,2	+18,1	7,64	+0,86	769	+ 52	520	930	1,5	2	variable	0,70	9,7	+ 0,2	36,0
4	724,32	— 0,15	+14,17	+2,97	+ 8,2	+19,4	7,27	+0,42	620	— 98	430	890	...	..	SSO. 2	0,58	10,0	+ 0,4	37,0
5	730,59	+ 6,08	+ 9,52	—1,83	+ 8,6	+14,0	7,48	+0,56	855	+137	780	900	2,4	4	variable	1,00	8,0	— 1,7	37,5
6	730,61	+ 6,06	+10,28	—1,21	+ 7,8	+14,3	7,55	+0,55	811	+ 92	640	910	..	..	N. 1	0,64	...	.....	38,0
7	729,13	+ 4,55	+13,01	+1,37	+ 7,6	+18,5	8,51	+1,44	758	+ 39	560	950	...	..	N. 1	0,50	10,0	+ 0,1	39,0
8	727,77	+ 3,15	+14,68	+2,90	+ 7,1	+20,4	8,36	+1,21	674	— 45	410	920	..	..	N. 1	0,13	11,3	+ 1,3	39,0
9	726,14	+ 1,48	+16,83	+4,90	+ 8,0	+23,2	8,05	+0,83	581	—139	300	880	...	..	SO. 1	0,30	11,7	+ 1,6	39,5
10	727,89	+ 3,19	+15,22	+3,15	+12,0	+20,9	7,04	—0,26	565	—155	430	690	...	..	variable	0,70	...	. . .	39,5
11	728,06	+ 3,32	+14,58	+2,37	+ 7,4	+20,4	6,91	—0,47	570	—151	370	820	...	..	SO. 1	0,42	12,0	+ 1,7	39,5
12	725,07	+ 0,29	+ 9,75	—2,61	+ 7,2	+15,4	5,85	—1,60	679	— 42	440	900	2,9	3	SO. 2	0,90	9,8	— 0,6	39,5
13	727,07	+ 0,25	+ 7,09	—5,41	+ 4,5	+12,0	6,28	—1,25	854	+133	590	1000	6,9	9	variable	0,96	...	.....	39,5
14	729,45	+ 4,58	+ 7,56	—5,08	+ 4,6	+10,8	5,61	—2,00	731	+ 9	520	950	. .	..	N. 1	0,76	8,8	— 1,8	40,0
15	728,92	+ 4,00	+ 8,02	—4,77	+ 3,0	+12,4	5,28	—2,41	664	— 58	490	960	...	..	N. 2	0,59	9,5	— 1,2	40,5
16	730,94	+ 5,97	+ 8,82	—4,11	+ 5,0	+12,1	5,04	—2,73	607	—115	440	730	. .	..	NNE. 3	0,11	9,8	— 1,0	41,0
17	730,16	+ 5,14	+ 9,01	—4,07	+ 4,8	+13,3	5,38	—2,47	656	— 66	480	930	...	..	N. 2	0,18	10,5	— 0,4	41,0
18	728,59	+ 3,52	+ 9,50	—3,72	+ 2,1	+14,2	4,96	—2,97	566	—156	400	850	..	..	N. 2	0,00	10,8	— 0,2	41,0
19	728,85	+ 3,73	+10,75	—2,61	+ 2,5	+17,2	5,47	—2,53	565	—158	380	650	...	..	N. 1	0,02	11,7	+ 0,6	40,5
20	729,50	+ 4,33	+11,53	—1,97	+ 3,8	+17,1	5,82	—2,26	574	—149	440	830	...	..	N. 2	0,09	...	.....	40,0
21	728,79	+ 3,57	+10,34	—3,30	+ 4,0	+14,7	4,94	—3,21	541	—182	410	760	...	..	N. 3	0,00	12,3	+ 0,9	40,0
22	727,56	+ 2,29	+ 9,56	—4,22	+ 4,2	+14,7	5,20	—3,03	600	—123	410	720	...	..	N. 1	0,12	12,0	+ 0,5	40,0
23	724,81	— 0,51	+ 9,67	—4,25	+ 4,6	+15,0	4,24	—4,06	500	—223	290	620	...	..	N. 1	0,00	12,0	+ 0,4	38,5
24	719,91	— 5,46	+13,06	—0,99	+ 1,5	+20,6	6,47	—1,90	570	—153	320	890	...	..	SO. 2	0,62	12,2	+ 0,5	38,0
25	718,22	— 7,21	+ 9,04	—5,15	+ 8,7	+11,1	8,84	+0,40	995	+273	950	1000	44,9	23	N. 1	1,00	11,7	— 0,1	38,0
26	721,05	— 4,44	+12,62	—1,70	+ 9,6	+18,8	9,01	+0,50	847	+125	510	1000	8,2	3	SSO 1	0,78	11,7	— 0,2	39,0
27	724,06	— 1,48	+12,36	—2,09	+ 8,4	+16,4	10,52	+1,94	967	+245	850	1000	15,5	10	variable	0,96	...	.....	40,0
28	725,21	— 0,39	+13,82	—0,77	+ 9,9	+22,1	9,90	+1,25	853	+132	510	1000	17,1	7	SSO. 1	0,76	12,6	+ 0,4	42,0
29	723,03	— 2,62	+13,28	—1,44	+11,2	+17,6	10,06	+1,34	885	+164	740	980	9,7	7	variable	0,98	12,0	— 0,3	43,0
30	722,85	— 2,86	+13,53	—1,33	+ 9,5	+18,5	9,52	+0,73	831	+110	580	980	3,3	1	SSO. 1	0,91	11,9	— 0,5	44,5
31	721,60	— 4,17	+15,00	+0,01	+11,1	+20,9	10,00	+1,14	793	+ 73	500	910	3,0	3	SSO. 1	0,78	13,9	+ 1,1	45,0

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	724,82	725,15	725,28	724,97	724,66	724,54	724,69	725,27	725,74
2e «	728,66	728,79	728,73	728,51	728,24	727,87	727,92	728,32	728,71
3e «	724,01	724,01	723,86	723,27	722,87	722,43	722,66	723,08	723,42
Mois	725,77	725,92	725,89	725,51	725,18	724,87	725,01	725,48	725,88
				Température.					
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,32	+12,44	+13,46	+15,83	+16,94	+16,03	+14,41	+12,66	+11,43
2e «	+ 6,37	+ 9,45	+11,28	+12,15	+13,11	+13,48	+11,58	+ 9,96	+ 8,90
3e «	+ 9,23	+12,23	+13,19	+15,66	+15,37	+15,10	+13,57	+12,06	+10,91
Mois	+ 8,66	+11,40	+12,66	+14,58	+15,15	+14,88	+13,20	+11,58	+10,43
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,91	7,90	7,91	7,94	7,43	7,77	7,70	7,70	7,83
2e «	5,96	5,86	5,77	5,70	5,29	5,46	5,64	5,93	5,58
3e «	7,60	7,95	8,19	8,18	8,35	8,21	8,09	8,20	8,08
Mois	7,17	7,26	7,31	7,30	7,07	7,18	7,18	7,31	7,19
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade	845	740	696	607	532	597	648	718	781
2e «	832	664	578	551	475	477	577	668	661
3e «	845	729	719	624	652	652	700	785	815
Mois	841	712	666	595	556	578	644	725	755

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	p.
1re décade	+ 8,45	+18,07	0,63	10,10	22,6	37,40
2e «	+ 4,49	+14,49	0,40	10,36	9,8	40,25
3e «	+ 7,52	+17,31	0,63	12,23	101,7	40,73
Mois	+ 6,84	+16,65	0,56	11,00	134,1	39,50

Dans ce mois, l'air a été calme 1 sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,46 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 27,6 O. et son intensité est egale à 38,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1866.

Le 1er brouillard le matin.
2, brouillard depuis 2 heures de l'après-midi.
4, brouillard jusqu'à 8 heures du matin.
5, brouillard le matin et de 4 à 8 heures du soir.
7, brouillard à 6 heures du matin.
10, brouillard depuis 6 heures du soir.
13, brouillard depuis 4 heures du soir.
14, brouillard à peu près toute la journée.
15, brouillard le soir.
17, brouillard le soir.
22, brouillard le soir.
25, brouillard depuis 4 heures du soir.
29, brouillard à peu près toute la journée.
30, brouillard le matin et le soir.
31, brouillard toute la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 10 h. soir	568,11	Le 2 à 6 h. matin...	551,90
16 à 8 h. soir	565,50	13 à 6 h. matin...	559,06
19 à 10 h. soir....	566,49	18 à 6 h. matin. .	564,01
28 à midi.........	565,89	26 à 6 h. matin...	558,48
		30 à 6 h. matin...	561,82

SAINT-BERNARD. — MAI 1866.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum *	Maximum *	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.			
1	554,75	— 7,42	553,52	555,93	— 1,15	+ 0,66	— 1,2	+ 0,3	70	34,3	16	SO. 1	1,00
2	555,02	— 7,24	551,90	558,06	— 3,54	— 1,87	— 3,8	— 1,8	110	19,6	14	NE. 2	1,00
3	561,25	— 1,10	559,28	562,83	— 2,08	— 0,55	— 3,6	+ 0,5	.....	.....	.....	SO. 1	0,70
4	564,14	+ 1,70	563,22	565,02	— 1,61	— 0,23	— 2,4	+ 0,7	.....	.....	.....	SO. 2	0,97
5	566,72	+ 4,19	565,33	567,61	— 0,13	+ 1,11	— 2,0	+ 3,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,89
6	567,63	+ 5,00	567,17	568,11	+ 2,45	+ 3,54	— 2,0	+ 9,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,54
7	567,28	+ 4,56	567,12	567,57	+ 2,76	+ 3,71	+ 0,2	+11,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,59
8	566,87	+ 4,05	566,40	567,12	+ 3,10	+ 3,90	+ 0,1	+ 6,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,49
9	566,33	+ 3,42	566,07	566,60	+ 3,98	+ 4,64	— 0,5	+ 9,3	.....	.....	.....	NE. 1	0,14
10	566,13	+ 3,12	565,64	566,40	+ 2,14	+ 2,66	— 0,6	+ 7,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,90
11	566,18	+ 3,07	565,90	566,63	+ 4,15	+ 4,53	— 2,4	+ 9,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,13
12	560,80	— 2,41	559,81	562,48	— 2,49	— 2,25	— 6,8	+ 2,6	20	2,3	8	variable	0,90
13	559,90	— 3,41	559,06	561,12	— 4,70	— 4,60	— 7,6	0,0	110	7,2	12	NE. 2	1,00
14	562,86	— 0,55	562,36	563,34	— 5,40	— 5,44	— 7,4	+ 0,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,98
15	562,91	— 0,60	562,10	563,54	— 5,32	— 5,50	— 8,5	— 1,3	.....	.....	.....	NE. 1	0,91
16	564,93	+ 1,32	563,51	565,50	— 5,37	— 5,69	— 9,6	— 0,3	.....	.....	.....	NE. 1	0,46
17	564,96	+ 1,25	564,63	565,17	— 2,19	— 2,65	— 4,5	+ 0,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,21
18	564,47	+ 0,66	564,01	564,83	— 1,35	— 1,95	— 5,8	+ 1,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,13
19	565,71	+ 1,80	564,31	566,49	— 1,95	— 2,69	— 4,8	+ 3,8	.....	.....	.....	variable	0,43
20	566,20	+ 2,19	566,02	566,47	— 0,66	— 1,54	— 3,9	+ 3,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,21
21	565,07	+ 0,95	565,02	565,24	0,00	— 1,02	— 5,0	+ 4,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,04
22	563,65	— 0,57	563,25	564,20	— 0,59	— 1,74	— 3,7	+ 4,1	.....	....	.....	NE. 1	0,63
23	561,28	— 3,04	560,94	561,64	— 1,33	— 2,62	— 5,0	+ 2,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,05
24	559,33	— 5,09	559,07	559,74	+ 0,04	— 1,38	— 5,3	+ 4,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,58
25	559,30	— 5,22	558,95	559,95	— 2,26	— 3,81	— 3,1	— 0,1	150	18,5	17	SO. 1	1,00
26	560,76	— 3,87	558,48	563,02	+ 2,92	+ 1,24	— 2,0	+ 8,2	100	12,2	7	NE. 1	0,86
27	564,19	— 0,55	563,27	564,81	+ 1,59	— 0,22	+ 0,4	+ 4,8	10	9,6	2	SO. 1	0,81
28	565,38	+ 0,54	564,77	565,89	+ 2,66	+ 0,72	+ 0,5	+ 6,2	60	18,9	7	SO. 1	0,80
29	563,53	— 1,42	562,95	564,34	+ 0,43	— 1,64	0,0	+ 2,0	.....	.....	.....	SO. 1	1,00
30	562,15	— 2,90	561,82	562,81	+ 0,21	— 1,99	— 1,0	+ 2,9	50	19,5	9	SO. 1	1,00
31	562,31	— 2,84	562,04	562,58	— 0,13	— 2,45	— 0,7	+ 2,3	10	2,0	3	SO. 1	1,00

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,81	563,24	563,60	563,70	563,75	563,74	563,82	564,03	564,25
2 «	563,60	563,69	563,85	563,93	564,03	563,97	564,00	564,17	564,24
3 «	562,18	562,44	562,47	562,64	562,57	562,46	562,48	562,57	562,68
Mois	562,84	563,10	563,28	563,40	563,42	563,36	563,40	563,56	563,69
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,34	+ 1,33	+ 2,18	+ 2,74	+ 3,40	+ 3,30	+ 1,57	— 0,35	— 0,54
2e «	— 5,16	— 1,41	— 0,16	+ 1,19	+ 1,14	— 0,22	— 1,96	— 4,42	— 4,78
3e «	— 2,15	+ 0,55	+ 1,90	+ 3,16	+ 3,29	+ 2,76	+ 1,58	— 0,43	— 0,81
Mois	— 2,86	+ 0,17	+ 1,33	+ 2,39	+ 2,63	+ 1,97	+ 0,44	— 1,69	— 2,00

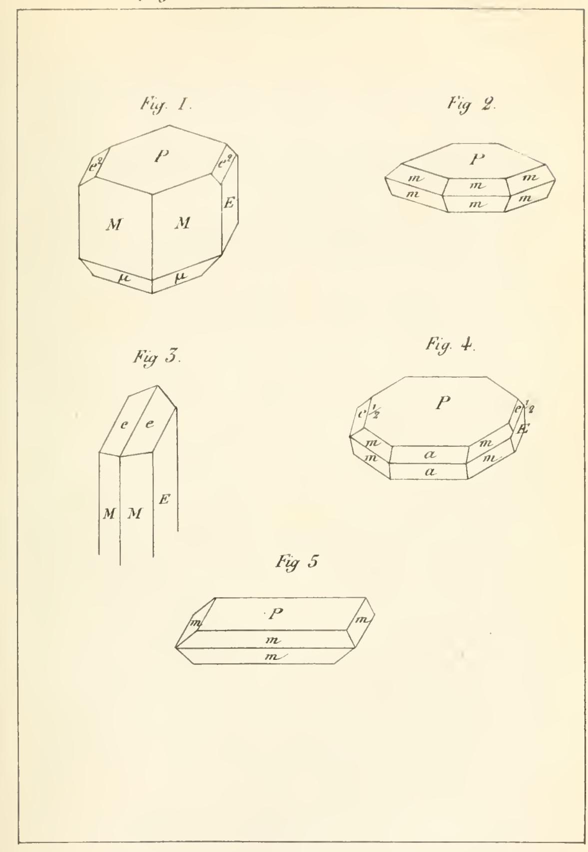
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,58	+ 4,78	0,72	53,9	180
2e «	— 6,13	+ 2,14	0,54	9,5	113
3e «	— 2,26	+ 3,75	0,71	80,7	380
Mois	— 3,29	+ 3,56	0,66	144,1	673

Dans ce mois, l'air a été calme 14 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,81 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 26,2 sur 100.

* Voir la note du tableau.


Fig. 1.
P
e²
e²
M
M
E
μ
μ
Fig. 2.
P
m
m
m
m
m
m
Fig. 3.
e
e
M
M
E
Fig. 4.
P
e½
e½
E
m
m
a
m
m
a
Fig. 5
P
m
m
m
m

RECHERCHES

SUR LA

PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ

DANS LES

FLUIDES ÉLASTIQUES TRÈS-RARÉFIÉS

ET PARTICULIÈREMENT

SUR LES STRATIFICATIONS DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE QUI ACCOMPAGNENT CETTE PROPAGATION

PAR

M. le Professeur A. de la RIVE [1]

---

§ 1. *Considérations générales.*

On a pendant bien longtemps admis que, tandis que les gaz présentent une résistance plus ou moins grande à la transmission de l'électricité, le vide la conduit très-bien. L'emploi de l'appareil à induction de Ruhmkorff, permettant d'étudier d'une manière plus convenable et plus sûre, la propagation de l'électricité dans les gaz raréfiés,

[1] Ces recherches font partie d'un travail plus général sur la propagation de l'électricité dans les fluides élastiques très-raréfiés, qui a paru dans les *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome XVII, p. 59, et dont un extrait a été inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* du 13 avril 1863. Je les publie aujourd'hui avec quelques additions; je publierai également dans l'un des prochains numéros des Archives une autre partie du même travail, que j'ai complétée depuis sa première publication, et qui a pour objet l'action du magnétisme sur les jets électriques qui se propagent dans les milieux gazeux très-raréfiés.

(A. DE LA R.

a montré qu'il suffit pour qu'elle ait lieu, de la présence dans un espace de la plus petite quantité de matière pondérable à l'état de fluide élastique, tandis que le vide absolu l'arrête complétement. C'est essentiellement aux expériences concluantes de M. Gassiott qu'on doit la démonstration de ce principe si important qui était déjà, sinon complétement admis, du moins entrevu comme une conséquence indirecte des recherches antérieures [1]. M. Gassiott a réussi à le démontrer directement et rigoureusement en opérant un vide presque absolu dans des tubes remplis d'acide carbonique raréfié, par l'introduction d'un morceau de potasse qu'on laisse refroidir après l'avoir chauffé [2].

Dès lors l'ingénieux physicien anglais a obtenu une confirmation de ses premiers résultats en opérant avec une batterie à eau d'une puissante tension au lieu d'employer le courant induit de l'appareil Ruhmkorff [3].

On peut donc admettre comme complétement démontré que le vide absolu ne permet pas la propagation de l'électricité, et que cette propagation ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire d'un milieu pondérable. Ce milieu peut être d'une ténuité extrême, il est vrai, mais sa présence n'en est pas moins nécessaire pour la transmission de l'électricité.

Ainsi les fluides élastiques, qui avaient longtemps passé pour des conducteurs tellement imparfaits de l'électricité qu'on les regardait comme des corps isolants analogues

[1] Voyez *Traité de l'électricité*, par A. DE LA RIVE, tome II, p. 112.

[2] Nous avons rendu compte d'une manière détaillée des recherches de M. Gassiott sur ce sujet dans les *Arch. des sc. phys.*, nouvelle période (1859), tome VI, p. 125 et suiv.

[3] *Proceedings of the Royal Society* (séance du 11 décembre 1862).

au verre ou à la résine, peuvent, lorsqu'ils sont amenés à un certain degré de raréfaction, transmettre assez bien les décharges électriques pour que celles-ci agissent sur l'aiguille aimantée et soient influencées par l'aimant à la manière des courants voltaïques.

La transmission de l'électricité à travers les fluides élastiques présente certains caractères spéciaux qui en font l'un des phénomènes les plus importants de la physique.

Avant tout, le fait qu'un gaz ne conduit l'électricité qu'autant qu'il est amené à un certain degré de raréfaction paraît au premier abord incompatible avec le principe que le vide absolu n'est pas conducteur. Car alors si c'est la matière qui propage l'électricité, il semble que la propagation doive être d'autant plus facile que cette matière est en plus grande proportion. Cependant il n'en est rien, et l'expérience montre que, entre le vide absolu et un milieu rempli d'un gaz à la pression atmosphérique, il existe un degré de raréfaction pour ce gaz (de $2^{mm},5$ par exemple pour l'hydrogène), auquel il possède un maximum de conductibilité, ou un minimum de résistance ; ce qui semble prouver que la disposition des particules les unes à l'égard des autres exerce, indépendamment de leur nature propre, une grande influence sur la faculté conductrice du milieu gazeux.

Un caractère non moins important de la propagation de l'électricité à travers les fluides élastiques est la production des stries, soit la stratification de la lumière électrique, qui se manifeste quand le milieu gazeux est parvenu à un degré de raréfaction suffisant pour que la tranmission de la décharge, soit du courant électrique, s'y opère facilement. On avait d'abord attribué cette stratification à l'emploi des courants induits, et à l'opposition des deux

courants successifs contraires, qui a lieu dans ce cas. Mais plusieurs physiciens, et notamment M. Gassiott, l'ont obtenue avec l'électricité des machines électriques ordinaires et mieux encore avec celle d'une pile à haute tension ; modes de production de l'électricité dans lesquels il ne peut y avoir de décharges et de courants que dans une seule direction.

M. Gassiott, en étudiant ces stries dans un grand nombre de tubes renfermant des vapeurs ou des gaz plus ou moins raréfiés. est arrivé à reconnaître que leur nombre, leur couleur, leur forme, leur position les unes par rapport aux autres, dépendent soit du degré de raréfaction du fluide élastique, soit de la puissance de la batterie électrique. Si l'on introduit dans le circuit de la batterie une colonne d'eau distillée dont on peut faire varier la longueur en rapprochant ou éloignant les fils de platine qui y transmettent le courant, on peut, en faisant varier de cette manière la résistance totale, obtenir dans un seul et même tube de Geisler toutes les différences indiquées plus haut dans la stratification de la lumière électrique. Ces apparences varient d'une manière si régulière avec la force de tension qu'elles peuvent indiquer le degré de cette tension dans un circuit *fermé*, comme la divergence des feuilles d'or placées aux pôles de la pile l'indique quand le circuit est *ouvert*.

Avant de passer à l'étude plus particulière de cette stratification de la lumière électrique qui est l'objet essentiel de ce travail, j'ajouterai encore quelques mots sur la propagation en général de l'électricité dans les milieux gazeux.

J'avais fait en 1863 quelques recherches préliminaires sur le pouvoir conducteur de quelques gaz, et notamment

de l'hydrogène, de l'azote et de l'air atmosphérique : j'avais reconnu la grande supériorité sous ce rapport de l'hydrogène, et j'avais constaté que, amenées à un degré de raréfaction suffisant pour que leur conductibilité soit près de son maximum, des colonnes de ces trois gaz se conduisent comme les meilleurs conducteurs quant à l'influence de leur longueur et de leur diamètre sur l'intensité de l'électricité transmise. — Dès lors M. Morren a publié les résultats qu'il a obtenus en étudiant avec soin cette question, et il a fait connaître pour quelques gaz la pression à laquelle chacun d'eux possède son maximum de conductibilité [1].

Toutefois, il reste encore pour compléter cette étude, quelques déterminations à obtenir et certains points à étudier, notamment l'influence de la température et celle de la présence des diverses vapeurs dans les gaz raréfiés. C'est un travail dont je m'occupe, et que je ferai connaître quand les nouvelles recherches que j'espère entreprendre incessamment seront achevées.

Je me bornerai pour le moment à rapporter ici quelques résultats que j'ai réussi à obtenir en étudiant la propagation de l'électricité dans les vapeurs métalliques ; quoique bien encore incomplets, ces résultats ne sont pas sans intérêt. Mais auparavant il est nécessaire que je décrive d'une manière abrégée le procédé que j'emploie dans mes expériences, soit pour produire, soit pour mesurer l'électricité.

L'électricité est produite au moyen d'un appareil de Ruhmkorff de force moyenne, mis en activité par un ou deux couples de Grove à grandes surfaces, et marchant au

[1] *Ann. de ch. et de phys.*, 4me série, tome IV, p. 325.

moyen de l'interrupteur ordinaire. Il est vrai que l'électricité ainsi produite se compose de deux décharges successives alternativement contraires ; aussi si les décharges ne rencontrent dans le circuit qu'elles ont à parcourir que de bons conducteurs, tels que des fils métalliques, ou même de l'eau distillée, on n'obtient aucune déviation dans un galvanomètre, parce que les courants étant alternativement de sens contraires et d'égale intensité, leur double action opposée se neutralise vu qu'ils se succèdent très-rapidement. Mais si le circuit renferme un fluide élastique même très-raréfié, la résistance que ce fluide oppose au passage des deux décharges successives fait dominer l'une d'elles de sorte que les phénomènes se passent comme s'il n'y avait qu'une série de décharges toutes dirigées dans le même sens. Cette différence tient à ce que, par l'effet même du mode de construction de l'appareil, les deux courants induits, quoique égaux en quantité, n'ont pas la même tension, en sorte que lorsqu'on place dans le circuit un conducteur imparfait tel qu'un gaz plus ou moins raréfié, un seul des courants est transmis ou du moins est transmis en une proportion beaucoup plus forte, ce qui fait que la série des courants n'a qu'une seule et même direction.

Pour mesurer l'intensité des courants transmis on interpose dans le circuit que ces courants sont appelés à traverser, de l'eau distillée placée dans une auge de verre de 20 centimètres de longueur sur 5 de largeur et 3 de profondeur : deux lames de platine fixées respectivement aux extrémités de l'auge et d'une surface exactement égale à la section transversale de la couche d'eau, servent à mettre cette eau dans le circuit. Deux fils de platine, insérés chacun dans un tube de verre, sont fixés verticalement

à des supports solides de manière à plonger dans l'eau distillée par leurs extrémités inférieures, qui ne ressortent elles-mêmes du verre que d'un millimètre à la manière de Wollaston, tandis que leurs extrémités supérieures communiquent respectivement avec les deux bouts du fil d'un galvanomètre dont les tours sont bien isolés. Les supports qui portent les fils de platine sont mobiles le long d'une division, de telle façon que les deux extrémités des fils immergés dans l'eau peuvent être rapprochées aussi près que possible et éloignées d'à peu près toute la longeur de la couche d'eau. Au moyen d'une vis micrométrique on fait varier la distance des deux pointes de platine de manière à pouvoir apprécier cette distance à un dixième de millimètre près. Ces deux pointes dérivent une proportion presque insensible du courant électrique qui traverse l'auge remplie d'eau, proportion qui suffit pour agir d'une manière prononcée sur l'aiguille aimantée. La proportion dérivée pour un courant d'une intensité constante dépend de la distance des deux pointes de sorte que, si l'intensité est variable, c'est la distance variable à laquelle il faut amener les deux pointes l'une par rapport à l'autre pour que l'indication du galvanomètre demeure constante, qui mesure la proportion dérivée dans chaque cas, et de là, par un rapport qu'il est facile d'établir, l'intensité absolue du courant.

L'appareil dont je me suis servi pour étudier la propagation de l'électricité à travers les vapeurs métalliques, consiste dans un ballon en verre de grandes dimensions, muni de quatre tubulures et porté sur un pied. Les deux tubulures qui sont aux extrémités du diamètre horizontal sont munies de boîtes à cuir traversées par des tiges métalliques auxquelles s'adaptent des pointes de métal ou

de charbon qui servent à produire des arcs voltaïques au moyen d'une pile de 60 à 80 couples Bunsen. Les deux tubulures situées aux extrémités du diamètre vertical donnent passage à deux tiges de laiton, terminées par des boules métalliques entre lesquelles s'échappe en même temps le jet électrique de l'appareil Ruhmkorff. On remplit le ballon, après y avoir fait le vide, d'azote bien desséché, qu'on raréfie jusqu'à 2 ou 3 millimètres de pression ; puis on transmet le jet électrique dont on mesure l'intensité au moyen du procédé de dérivation que je viens de décrire.

Après s'être assuré de la constance de cette intensité, on rapproche l'une de l'autre les pointes métalliques horizontales de manière à déterminer l'arc voltaïque qui agit ici uniquement comme source de chaleur : on a soin de faire durer cet arc quelques minutes. On voit alors dans un certain moment l'intensité du jet électrique qui fonctionne en même temps que l'arc voltaïque, augmenter très-notablement. Au même instant la couleur de ce jet, qui était dans l'azote d'un rose foncé, prend une toute autre teinte, teinte qui varie avec la nature des pointes conductrices entre lesquelles s'échappe l'arc voltaïque. Cette apparence nouvelle dure encore quelques instants après que l'arc a cessé ; c'est alors même qu'elle est le plus remarquable parce qu'elle n'a plus à souffrir de son contraste avec la lumière de l'arc.

L'arc voltaïque a été successivement produit entre des pointes d'*argent*, de *cuivre*, d'*aluminium*, de *zinc*, de *cadmium* et de *magnésium*, et entre deux pointes de charbon de cornue, toutes ces matières pouvant se gazéifier à cause de la haute température à laquelle elles sont soumises.

Avec les pointes d'argent et de zinc, le jet électrique revêt une couleur bleue très-prononcée, mais plus foncée avec le zinc qu'avec l'argent. Avec les pointes de cuivre, de cadmium, d'aluminium et de magnésium, la teinte est verte, très-foncée avec le cuivre, vert pomme avec le cadmium et d'un vert très-clair avec le magnésium ; avec l'aluminium la couleur est d'un vert blanchâtre. Avec les pointes de charbon de cornue, la teinte du jet est d'un bleu clair qui tourne au bleuâtre quand l'arc cesse, ce qui tient à la production d'un peu de gaz hydrogène carboné. C'est dans la partie supérieure du ballon où s'élèvent les vapeurs métalliques provenant de l'arc voltaïque que les effets sont le plus prononcés. Les stries, soit stratifications de la lumière électrique, sont encore plus marquées dans ces vapeurs que dans les gaz raréfiés.

L'intensité du jet électrique augmente par l'effet de la présence dans le ballon des vapeurs métalliques ; cette augmentation dépend de la nature de ces vapeurs ; elle est très-considérable avec les vapeurs d'*argent* et de *cuivre ;* le galvanomètre passe subitement de 30° à 60° au moment où le jet par son changement de couleur, indique qu'il est transmis par ces vapeurs. L'augmentation quoique moins grande est encore prononcée dans la vapeur d'*aluminium ;* elle l'est beaucoup moins, seulement de 10° à 20° avec les vapeurs de *zinc,* de *cadmium* et de *magnésium.* Elle est très-forte avec l'arc provenant des pointes de charbon de cornue, ce qui tient peut-être à la présence de petites quantités de gaz hydrogène carboné.

J'ai encore essayé des pointes de *fer* et de *platine ;* avec les premières, j'ai bien observé un changement de couleur dans le jet électrique, et une légère augmentation dans son intensité ; avec les secondes je n'ai rien obtenu sauf

aussi un très-petit accroissement dans l'intensité du jet, qui pouvait provenir de l'influence de l'élévation excessive de la température sur la conductibilité de l'azote raréfié; influence d'ailleurs trop faible pour jouer un rôle sensible dans les précédentes expériences.

Ces expériences me paraissent démontrer que, non-seulement les vapeurs métalliques excessivement raréfiées ont un pouvoir conducteur pour l'électricité bien plus considérable que celui des autres fluides élastiques, mais de plus que ce pouvoir varie avec leur nature, et que ce sont les vapeurs métalliques provenant des métaux les plus conducteurs qui sont elles-mêmes les plus conductrices. Quant à l'apparence du jet, sa couleur dépend de la nature de la vapeur, elle est la même que celle que présente le métal d'où provient la vapeur quand il est en combustion, et, chose assez importante à noter, les stratifications y sont plus prononcées que dans les gaz ordinaires raréfiés [1].

[1] J'ignorais, quand j'ai fait les recherches que je viens d'exposer sur les vapeurs métalliques, que M. Faye en avait fait d'analogues (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LIII, p. 493 et suiv.). C'est en mettant quelques fragments d'un métal sur une lame de fer placée dans une cloche vide d'air, et portée au rouge par un courant voltaïque, qu'il parvenait à obtenir des vapeurs métalliques à travers lesquelles il transmettait le jet électrique de l'appareil Ruhmkorff. Mais, sauf le zinc et le cadmium, il n'a pas opéré sur les mêmes métaux que moi, et en particulier sur les métaux peu volatils, son procédé de réchauffement étant moins énergique que celui dont je faisais usage. Du reste, le but de ses expériences était tout autre que le mien ; il ne s'est pas occupé de la détermination des pouvoirs conducteurs relatifs des vapeurs métalliques, ce que je considère comme la partie la plus importante de cette portion de mon travail. Du reste, je n'en reconnais pas moins la priorité de M. Faye quant au fait de la transmission de l'électricité à travers des vapeurs métalliques. (A. DE LA R.)

§ 2. *Étude de la stratification de la lumière électrique.*

On sait qu'à un certain degré de diminution de la force élastique d'un gaz qui transmet le jet électrique, ce jet se stratifie, c'est-à-dire se décompose en tranches alternativement obscures et lumineuses. La stratification commence par l'apparition de quelques légères stries du côté de l'électrode positive : puis, graduellement à mesure que la force élastique diminue, le jet d'abord très-étroit se dilate, et les stries deviennent plus larges. Bientôt paraît un espace obscur qui sépare l'extrémité de la colonne lumineuse de l'électrode négative, laquelle se trouve elle-même entourée d'une atmosphère bleuâtre. Cette atmosphère va en se dilatant, et l'espace obscur en s'allongeant. à mesure que la raréfaction du gaz augmente.

Il faut d'autant plus diminuer la pression d'un gaz pour obtenir la stratification de la lumière électrique, que le gaz offre plus de résistance à la transmission de l'électricité. Ainsi, dans l'hydrogène, on voit déjà, sous la pression de 18 millimètres. le jet électrique, qui ne consiste encore que dans un petit filet rosé de 3 à 4 millimètres de diamètre, se partager en tranches circulaires très-nettes alternativement obscures et lumineuses, de $^1/_4$ de millimètre d'épaisseur. Ces stries, plus prononcées d'abord à l'électrode positive, deviennent générales dans tout le filet, quelle que soit sa longueur : et à mesure que la pression diminue, le jet s'élargit jusqu'à occuper tout l'intérieur d'un tube de 5 centimètres de diamètre ; en même temps, l'épaisseur des tranches alternativement obscures et lumineuses augmente tellement que, sous la pression de 2 millimètres, elle est de 5 millimètres environ. Ces tran-

ches elles-mêmes sont annulaires, comme je m'en suis assuré en fermant le tube qui contient le gaz raréfié, à l'une de ses extrémités, par un disque en verre qui permet de voir tout l'intérieur du tube dans le sens de sa longueur.

Dès que les stries commencent à se montrer, on voit se former, comme nous l'avons dit, en avant de l'électrode négative, un espace obscur qui grandit à mesure que la pression diminue, jusqu'à occuper une longueur de 10 centimètres, longueur qui est indépendante de celle de la colonne gazeuse. Toutefois, en regardant avec attention cet espace obscur, on y découvre au delà d'une tranche parfaitement noire et nettement limitée de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, une lueur blafarde d'un rose pâle, qui n'est visible que dans une complète obscurité. Cette lueur, qui a la forme d'un cône dont la base est la dernière tranche de la colonne lumineuse, n'apparaît que lorsque la pression est devenue très-faible et bien inférieure à celle sous laquelle l'espace obscur se manifeste ; elle est accompagnée de l'apparition, dans le même espace obscur, de quelques anneaux plus lumineux, inégalement espacés (j'en ai compté jusqu'à quatre), qui font contraste par leur immobilité et leurs contours bien déterminés avec les stries agitées du reste du jet. Ajoutons que la partie lumineuse et stratifiée du jet, qui est de beaucoup la plus longue, est séparée de la partie obscure ou blafarde d'une manière d'autant plus nette et tranchée, que la décharge électrique est plus forte.

L'atmosphère bleuâtre qui entoure l'électrode négative s'élargit aussi considérablement à mesure que la pression diminue, et cela à peu près dans le même rapport que les stries. En même temps, son éclat devient moins vif, et son

contour extérieur est moins nettement terminé. Cette atmosphère bleuâtre qui n'enveloppait d'abord que la boule négative, finit, à mesure que la pression diminue, par envelopper également, dans toute sa longueur, la tige métalique qui porte la boule, si du moins elle n'est pas recouverte d'une couche isolante ; ce qui indique chez l'électricité négative, une grande facilité à s'écouler dans le milieu ambiant dès que ce milieu est raréfié.

L'agitation des stries de la partie lumineuse du jet devient très-considérable sous une faible pression de 2 millimètres. Elle se manifeste d'abord très-vivement aux environs de l'électrode positive, d'où sort le jet lumineux sous la forme d'un cône très-évasé qui, à mesure que la pression diminue, devient de plus en plus cylindrique jusqu'à prendre tout à fait la forme d'un cylindre dont la base circulaire a pour centre l'électrode, en même temps que l'agitation des stries est générale dans toute l'étendue du jet.

Quand on opère la décharge dans un bocal cylindrique, entre une boule servant d'électrode négative et un anneau métallique dont cette boule est le centre, et qui sert d'électrode positive, l'atmosphère bleuâtre qui entoure la boule s'élargit de plusieurs centimètres à une pression de 2 millimètres, et son contour extérieur est hérissé de petits filaments très-allongés formant comme une houppe. Ces filaments sont probablement formés par les séries des molécules qui transmettent la décharge. Ils sont beaucoup plus prononcés avec l'hydrogène, plus conducteur, qu'avec les autres gaz. Si la boule sert d'électrode positive, elle est entourée d'une auréole d'un rose vif d'un centimètre de diamètre environ, présentant des stratifications très-nettes ; puis vient un espace annulaire obscur qui se

termine à l'anneau, lequel est lui-même complétement revêtu d'une enveloppe, soit gaîne, d'un violet clair d'une nuance opaline.

L'azote présente tous les mêmes phénomènes que l'hydrogène. Seulement la stratification de la lumière électrique n'y commence que sous une pression beaucoup plus faible. Dans le long tube (de un mètre de longueur), l'agitation des stries sous une pression de 2 millimètres est même plus considérable qu'avec l'hydrogène ; ces stries semblent former une hélice animée d'un mouvement de rotation autour de son axe ; la lumière est aussi plus vive, la teinte est d'un rose pêche au lieu d'un rose pâle; le phénomène est des plus brillants. Du reste, même espace obscur dans le voisinage de l'électrode négative, même lueur d'un rose blafard, à la faible pression de 1 à 2 millimètres, dans cet espace obscur, et même apparition dans cette espèce de brouillard, d'anneaux plus lumineux que l'espace ambiant, immobiles et d'un contour bien net.

L'air atmosphérique se comporte comme l'azote; j'ai trouvé seulement que l'agitation des stries y est moins prononcée, et que la lumière y est d'un rose moins foncé que dans ce gaz.

Les apparences que je viens de décrire sont donc, à quelques nuances près, exactement les mêmes dans l'hydrogène, dans l'azote et dans l'air atmosphérique ; elles sont également les mêmes, que ces gaz soient secs ou qu'ils renferment de la vapeur d'eau ou de la vapeur d'alcool en plus ou moins grande quantité ; il n'y a d'autres différences, sinon que les pressions auxquelles on obtient les divers phénomènes et les teintes de la lumière qui les accompagnent, varient avec la nature du fluide élastique

raréfié. On ne peut donc attribuer les effets dont il vient d'être question à une décomposition électro-chimique qui ne peut avoir lieu dans un gaz simple et bien desséché, ni à aucune action tenant à la nature chimique du fluide élastique. Ils sont évidemment le résultat d'une action mécanique qui accompagne la transmission de l'électricité, ainsi que M. Riess l'a avancé le premier en montrant qu'un phénomène analogue se présente sous une forme un peu différente, il est vrai, dans les liquides et dans les solides.

Le phénomène dans les fluides élastiques raréfiés consisterait dans des contractions et dilatations alternatives du milieu gazeux, produites par la série des décharges toujours plus ou moins discontinues dont le jet électrique est formé. En effet, que ce soit par l'appareil Ruhmkorff ou bien par une machine électrique ordinaire, ou une machine hydro-électrique d'Armstrong, et même par une pile voltaïque à haute tension, qu'on produise les stratifications, on n'a jamais une décharge continue, mais bien une série de décharges qui peuvent se succéder assez rapidement pour que la discontinuité n'en soit pas accusée même par un galvanomètre ; mais cette discontinuité n'en existe pas moins, comme M. Gassiott l'a montré en opérant avec une pile de Grove à haute tension qui, avec les mêmes électrodes et dans le même milieu, peut donner naissance, d'abord à des stratifications, puis plus tard à un arc voltaïque, quand le courant est devenu continu.

Au reste, l'action mécanique de la série des décharges sur le fluide élastique raréfié peut être constatée directement par des oscillations très-prononcées dans la colonne de mercure du manomètre mis en communication avec le fluide élastique, oscillations qui accompagnent la propa-

gation de l'électricité dans ce fluide. Ces oscillations s'élèvent jusqu'à deux ou trois dixièmes de millimètre dans l'hydrogène sous la pression de 16 millim. ; elles commencent à être sensibles dès que le jet passe, c'est-à-dire à 36 millim. de pression ; elles atteignent leur maximum, qui est de trois dixièmes de millimètre, entre 20 et 12 millimètres de pression ; elles diminuent rapidement à partir de 12 jusqu'à 5 millim., pression sous laquelle elles n'ont pas lieu. Avec l'azote et avec l'air atmosphérique, et en se servant du même tube de 16 centimètres de longueur et de 5 de diamètre, les oscillations commencent à se montrer, en même temps que le jet passe, sous la pression de 20 millimètres environ ; elles atteignent leur maximum de 4 à 5 dixièmes de millimètre entre 12 et 8 millimètres de pression ; puis elles vont en diminuant jusqu'à 2 ou 3 millimètres, pression sous laquelle elles ne sont plus sensibles.

Avec le tube d'un mètre de longueur, et même avec celui de 50 centimètres, je n'ai pu observer aucune apparence d'oscillations accompagnant la transmission du jet électrique, quel que fût le gaz renfermé dans ces tubes et quelle que fût la pression à laquelle il fut soumis. Par contre, j'en ai obtenu de très-prononcées, de 1 à 2 dixièmes de millimètre, sous des pressions variant de 30 à 15 millimètres, dans un bocal de 20 centimètres de hauteur sur 16 de diamètre, rempli d'hydrogène raréfié, et dans lequel le jet électrique passait d'une boule centrale à un anneau concentrique à cette boule de 12 centimètres de diamètre. Ce dernier résultat montre que l'absence d'oscillations dans les longs tubes tient moins au volume de la couche gazeuse, qui est plus faible qu'il ne l'est dans le bocal de la dernière expérience, qu'à l'influence des

parois des tubes qui gênent le mouvement du gaz. C'est aussi une preuve que les oscillations proviennent bien d'une action mécanique, et non d'une élévation de température. Quant à l'intensité des oscillations, elles dépendent évidemment de la résistance plus ou moins grande que le milieu gazeux oppose à la transmission du jet électrique, puisque les oscillations sont plus considérables avec l'azote qu'avec l'hydrogène, et qu'elles diminuent en même temps que la pression à partir d'une certaine pression, qui est celle où la décharge peut s'opérer d'une manière complète, et à laquelle l'intensité des oscillations atteint son maximum.

La stratification de la lumière électrique serait donc un phénomène analogue à la production des ondes sonores, c'est-à-dire un phénomène mécanique provenant d'une succession d'impulsions isochrones exercées sur la colonne gazeuse raréfiée, par la série des décharges électriques se succédant très-rapidement les unes aux autres. Nous trouvons une nouvelle preuve en faveur de cette manière d'envisager le phénomène dans la perturbation qu'apporte aux stratifications un déplacement de la matière gazeuse, et par conséquent dans la disposition du fluide élastique qui permet leur apparition. Il suffit, pour produire cette perturbation, d'introduire dans le tube où l'on a un fluide élastique raréfié, pendant que l'électricité s'y propage, une quantité additionnelle du même gaz qui s'y trouve déjà renfermé, de manière à augmenter la pression de $^1/_4$ ou de $^1/_2$ millimètre au plus. Voici ce qui se passe avec l'hydrogène ; les effets sont les mêmes avec les trois tubes de 15, de 50 et 100 centimètres de longueur.

On commence par raréfier le gaz jusqu'à 2 millimètres, de manière à avoir le phénomène des stratifications aussi

prononcé que possible. On fait alors rentrer une petite quantité d'hydrogène ; si l'introduction a lieu du côté de l'électrode négative, on voit aussitôt se former dans l'espace obscur des tranches striées d'une belle couleur rosée, dont le diamètre est celui de la colonne stratifiée, c'est-à-dire du tube, mais qui sont très-étroites et très-nettes. Elles se propagent graduellement dans le tube en s'enchevêtrant avec les anciennes stries beaucoup plus larges et moins bien limitées; puis, dès qu'on a arrêté l'entrée du gaz, on voit la colonne lumineuse s'éloigner lentement de l'électrode négative et reprendre peu à peu son apparence primitive. Lorsque l'introduction du gaz a lieu du côté de l'électrode positive, au lieu de stries occupant toute la largeur du tube, en voit un jet brillant d'un très-petit diamètre (de 2 à 3 millimètres), strié nettement et tout à fait semblable à un petit ressort à boudin, s'avancer le long de l'axe du tube dans l'intérieur relativement obscur de la colonne lumineuse, qui elle-même, dès que le gaz commence à entrer par l'électrode positive aussi bien que par la négative, s'avance immédiatement, de manière à occuper presque en entier l'espace obscur jusqu'à l'électrode négative, dont elle n'est plus séparée que par la couche de 2 millimètres d'épaisseur qu'elle ne peut franchir. Puis, l'introduction du gaz une fois arrêtée, tout revient bientôt à l'état normal. Quelle que soit celle des deux extrémités du tube par laquelle on fait pénétrer le gaz, on voit apparaître avec la rentrée du gaz un brouillard très-subtil d'un blanc rosé qui se propage dans le tube, mais qui, dès que l'introduction de la quantité additionnelle de gaz a cessé, chemine en laissant se reformer l'espace obscur, de l'électrode négative à la positive, cachant dans sa route momentanément, en les enveloppant com-

me le ferait un léger nuage, les stratifications successives des différentes parties de la colonne ; puis ce brouillard disparaît, et la colonne lumineuse reprend son apparence primitive, qu'elle conserve tant que rien n'est changé ni dans le jet électrique, ni dans l'état du gaz traversé par ce jet.

L'apparition de ce brouillard, qui ressemble parfaitement à celui que j'ai signalé comme existant dans l'espace obscur de la colonne à l'état de repos, dénote bien l'agitation dans laquelle l'introduction d'une petite quantité additionnelle de gaz met toute la colonne, agitation rendue aussi visible par la marche et l'empiétement des stries les unes sur les autres. Le phénomène a encore ceci de particulier : c'est que la netteté et l'éclat des stries de la partie gazeuse introduite, qui les font distinguer si nettement du gaz qui était déjà dans le tube, permettent de suivre son mouvement progressif d'un bout du tube à l'autre. On peut répéter plusieurs fois de suite l'expérience par des introductions successives de quantités additionnelles de gaz, pourvu que chaque fois on n'augmente pas la pression de plus de $^1/_2$ millimètre, et que la pression totale ne dépasse pas en tout 5 à 6 millimètres.

Avec l'azote et avec l'air atmosphérique, les choses se passent de même; seulement on ne peut pas pousser l'expérience aussi loin, la pression pour laquelle le phénomène cesse d'avoir lieu avec ces gaz étant bien moindre qu'elle ne l'est avec l'hydrogène. Les stries étroites qui se montrent au moment de la rentrée du gaz du côté où cette rentrée a lieu, sont aussi moins nettes et moins brillantes; mais il y a également disparition momentanée de l'espace obscur, production du brouillard rosé, marche de ce brouillard, quand l'introduction du gaz a cessé, de

l'électrode négative à la positive. Avec les trois gaz également on voit, quand la rentrée se fait du côté de l'électrode négative, le brouillard marcher d'abord comme le filet strié étroit qui suit l'axe du tube, de l'électrode positive à la négative; puis, arrivé à cette extrémité du tube, il revient en arrière, cheminant, comme nous l'avons dit, de l'électrode négative à la positive.

Ce brouillard provient évidemment d'une partie du gaz qui, en entrant dans le tube, se dilate excessivement et devient visible par l'électricité qui le traverse. On peut juger par la lenteur avec laquelle ce brouillard se propage du faible degré de force élastique du gaz. C'est probablement à la même cause qu'est due la lenteur avec laquelle se fait le mélange du gaz qui entre dans le tube avec celui qui s'y trouvait déjà, lenteur qui est accusée par le fait des stries nettes et étroites qui apparaissent dans la nouvelle portion du gaz, tandis que dans l'ancienne les stries sont bien plus larges et bien moins limitées, ce qui ne peut tenir qu'à ce que la première n'est pas, au moment où elle entre dans le tube, encore aussi dilatée que l'ancienne qui s'y trouvait déjà. Enfin, le fait que la colonne gazeuse à stries étroites est beaucoup plus large quand le gaz qui la produit rentre du côté de l'électrode négative que lorsqu'elle rentre du côté de la positive, est une preuve que, avant la nouvelle introduction du gaz, la colonne gazeuse qui était déjà dans le tube était beaucoup plus dilatée dans le voisinage de l'électrode négative que du côté de la positive. Ainsi donc, le passage des décharges électriques se succédant très-rapidement à travers une colonne gazeuse raréfiée, y produirait, quand la raréfaction serait parvenue à un certain degré variable avec la nature, par conséquent avec la conductibilité du gaz, d'a-

bord une dilatation considérable de la matière gazeuse autour de l'électrode négative, puis, à partir de cette portion de la colonne très-dilatée, une succession de contractions et de dilatations alternatives jusqu'à l'électrode positive. Il est très-probable que le même effet a lieu quand le gaz n'est pas assez raréfié pour qu'il y ait stratification de la lumière électrique. Mais alors la force élastique plus grande du gaz, jointe à la succession nécessairement moins rapide des décharges, permet le retour immédiat des couches contractées et dilatées à leur état de densité normal, et empêche ainsi ce double état de se manifester; tandis que lorsque le gaz est moins élastique et que les décharges se succèdent plus rapidement, l'état de dilatation et de contraction des couches successives produit par une première décharge dure, encore quand une seconde arrive, d'où résulte qu'il devient permanent et sensible.

La transmission de l'électricité à travers une colonne gazeuse détermine donc un mouvement dans les particules du gaz, et ce mouvement semble être une impulsion émanant de l'électrode négative. Ne pourrait-on point attribuer cet effet à l'électricité statique dont se chargent les molécules, et qui augmenterait leur répulsion constitutive ? On sait, et on le voit par les auréoles lumineuses qui entourent la boule et la tige négatives, que, à tension égale, l'électricité négative sort plus facilement que la positive des électrodes métalliques pour pénétrer dans le milieu ambiant raréfié. Dès lors, la portion de ce milieu la plus voisine de l'électrode négative doit être plus chargée d'électricité statique (négative) que ne l'est (de positive) la partie du gaz raréfié voisine de l'électrode positive; il n'est donc pas étonnant que la répulsion des molécules gazeuses, et par conséquent la raréfaction du gaz soit

plus grande dans la première de ces deux parties que dans la seconde [1]. Maintenant pourquoi l'électricité négative se diffuse-t-elle plus facilement que la positive, dans les mêmes conditions d'intensité, ainsi que de grandeur et de position des électrodes, de nature et de raréfaction du milieu ambiant ? C'est là le mystère, ou tout au moins un point très-intéressant à étudier pour la théorie de l'électricité.

§ 3. *Phénomènes particuliers que présentent les différentes parties du jet électrique stratifié.*

La colonne gazeuse traversée par le jet électrique se compose, avons-nous dit, quand elle a été amenée à un certain degré de raréfaction, de couches alternativement dilatées et contractées, avec un espace obscur très-dilaté dans le voisinage de l'électrode négative. Les parties de la colonne plus dilatées offrant moins de résistance à la transmission de l'électricité doivent rester obscures, tandis que les plus contractées, moins conductrices, doivent se réchauffer et devenir lumineuses, lors même que c'est la même décharge qui les traverse. Il doit se passer ici un phénomène absolument analogue à celui qu'on détermine quand on met dans le circuit d'une pile voltaïque une chaîne formée de fils de même longueur et de même diamètre alternativement de platine et d'argent; quoique transmettant les uns et les autres le même courant, les

[1] Le fait que l'électricité de tension se propage plus facilement autour de l'électrode négative qu'autour de la positive, peut être facilement constaté par l'expérience, ainsi que l'état permanent de tension électrique de la colonne gazeuse pendant le passage du jet électrique, quel que soit le degré de raréfaction du gaz.

fils de platine, plus résistants, s'échauffent et deviennent même incandescents, tandis que ceux d'argent, plus conducteurs, restent froids et opaques.

Pour démontrer qu'effectivement l'espace demeuré opaque offre moins de résistance à la transmission de l'électricité dans la colonne stratifiée que la partie lumineuse de cette colonne, j'ai disposé deux petits disques de platine de 7 millimètres de diamètre, fixés chacun par un point de leur circonférence à l'extrémité d'un fil de platine renfermé dans un tube de verre, de façon à être maintenus parallèles l'un à l'autre à une distance de 3 centimètres. Les deux disques sont liés ensemble d'une manière solide, tout en étant isolés avec beaucoup de soin, et ne peuvent avoir chacun de communication électrique que par le moyen du fil de platine soudé à leur circonférence et renfermé dans un tube de verre. Les extrémités libres des deux fils de platine peuvent être mises respectivement en communication avec celles du fil d'un galvanomètre. L'appareil est disposé de façon que les deux disques de platine puissent être introduits dans le jet électrique stratifié, de manière à le couper transversalement et à avoir leurs centres situés sur l'axe même du jet. Ils servent ainsi comme de sondes destinées à dériver une partie du courant, et l'intensité de cette portion dérivée, qui est d'autant moindre que la conductibilité de l'intervalle de dérivation est plus grand, est mesurée par la déviation de l'aiguille du galvanomètre mis en communication avec les extrémités libres des fils de platine qui portent les disques; les fils, comme nous l'avons dit, sont eux-mêmes entourés de tubes de verre dans la partie de leur trajet à travers le récipient qui contient le gaz raréfié, afin de demeurer bien isolés et que les disques seuls soient en contact avec

la substance gazeuse qui transmet les décharges. Maintenant il suffit de changer la direction de ces décharges pour que les sondes, sans être déplacées, se trouvent plongées ou dans l'espace obscur voisin de l'électrode négative, ou dans l'espace lumineux voisin de la positive. L'appareil est, du reste, combiné de façon qu'on peut placer les sondes dans d'autres portions du jet. Ajoutons que les électrodes entre lesquelles le jet électrique s'échappe sont deux disques de platine de 5 centimètres de diamètre chacun, qu'ils sont placés parallèlement l'un à l'autre à une distance qui peut varier de 50 à 30 centimètres, et qu'ils sont par conséquent, comme les petits disques servant de sondes, perpendiculaires à l'axe du jet.

Voici les résultats de quelques expériences faites successivement avec l'*azote* et l'*hydrogène :*

AZOTE OU AIR ATMOSPHÉRIQUE.

Pression du gaz.	*Intensité du courant dérivé.*	
	Sondes près de l'électrode positive	Sondes près de l'électrode négative.
6mm	70°	18°
4mm	40°	8°
2mm	18°	3°

HYDROGÈNE.

15mm	90°	90°
6mm	82°	65°
4mm	52°	2°
2mm	35°	0°

On voit, d'après ces tableaux, que l'intensité du courant dérivé diminue avec la pression, quoique le courant transmis soit bien plus fort, ce qui montre avec quelle rapidité la résistance du gaz diminue à mesure que sa

raréfaction augmente. Mais en même temps la diminution du courant dérivé, et par conséquent celle de la résistance, est bien plus grande quand les sondes sont plongées dans l'espace obscur voisin de l'électrode négative que dans la partie lumineuse du jet voisine de la positive. Ainsi, sous la pression de 2 millimètres, il est impossible dans l'hydrogène de percevoir le moindre courant dérivé dans l'espace noir, tandis que ce courant dérivé est encore de 35° dans l'espace lumineux ; à 15 millimètres de pression, il était de 90° au voisinage des deux électrodes également, mais il n'y avait pas encore formation de l'espace obscur, et par conséquent l'état de densité du gaz était le même aux deux extrémités du tube. La résistance de l'espace obscur est aussi très-faible dans l'azote sous la pression de 2 millimètres, puisque le courant dérivé n'est plus que de 3°, tandis qu'il est de 18° dans l'espace lumineux ; mais la différence entre les deux courants dérivés est moindre que dans l'hydrogène. Cette différence tient à ce que l'hydrogène ayant une conductibilité très-supérieure à celle de l'azote, d'une part, l'intensité absolue du jet est plus grande, ce qui explique pourquoi on a 35° au lieu de 18° dans l'espace lumineux, d'autre part la portion dérivée doit être moindre là où la raréfaction augmente encore la conductibilité du gaz, ce qui fait que l'on a 0° au lieu de 3° dans l'espace obscur.

Remarquons que tous les résultats qui montrent l'inégale résistance que présentent à la propagation de l'électricité les différentes parties d'une même colonne gazeuse sont bien comparables entre eux, puisque c'est le même jet électrique qui parcourt successivement ces différentes parties inégalement conductrices.

Si on place les sondes dans une portion du jet qui soit

à $^1/_3$ de distance de l'une des électrodes, et à $^2/_3$ par conséquent de l'autre, on a sous la pression de 2 millimètres dans l'*air* ou dans l'*azote* pour l'intensité du courant dérivé, 8° quand l'électrode négative est la plus rapprochée des sondes. 12° quand c'est la positive. Dans l'*hydrogène*, on a 20° et 36°. Ainsi la conductibilité de la colonne gazeuse va en diminuant graduellement de l'espace obscur, où elle est à son maximum, à l'espace voisin de l'électrode positive, où elle a son minimum.

En plaçant les sondes toujours dans la même portion du jet, on pourra trouver dans l'intensité du courant dérivé l'expression assez exacte du degré de résistance des différents gaz à différents degrés de pression, pourvu qu'on ait soin, au moyen d'un rhéostat, de donner dans chaque cas au courant principal le même degré de force absolue. C'est une recherche dont je m'occupe, et qui n'est pas encore achevée.

Nous voyons donc que l'espace obscur voisin de l'électrode négative offre bien moins de résistance au passage du courant que n'en n'offre la partie lumineuse voisine de l'électrode positive. Il en résulte, par la même raison qui fait que la portion gazeuse la moins conductrice est plus lumineuse que la plus conductrice qui reste à peu près obscure, que la température de la première doit être plus élevée que la température de la seconde. C'est ce que l'expérience a pleinement confirmé.

Deux thermomètres de mercure à réservoir cylindrique ont été placés dans l'intérieur du tube de 16 centimètres de longueur et de 4 de diamètre, à une distance respective d'un centimètre de chacune des électrodes ; distance suffisante, comme on s'en est assuré, pour que l'influence refroidissante ou réchauffante de ces électrodes fût nulle.

Elle aurait été plutôt refroidissante, comme on a pu le constater en les rapprochant davantage du réservoir des thermomètres ; ce qui n'est pas étonnant vu leurs dimensions (boules métalliques pleines d'un centimètre de diamètre).

On n'a pas tardé, en faisant passer le jet électrique à travers l'azote où l'hydrogène raréfiés, à apercevoir une grande différence entre la température acquise par le thermomètre placé dans l'espace obscur, près de l'électrode négative, et la température acquise par le thermomètre placé dans l'espace lumineux près de l'électrode positive. Ces différences conservent à peu près le même rapport entre les pressions de 1 à 10 millimètres, lors même que les températures absolues avec lesquelles il ne faut pas les confondre, varient avec la pression et avec la nature des gaz. Ainsi, lors même qu'il n'y a plus d'espace obscur sensible à l'électrode négative, le thermomètre s'y élève moins que dans le voisinage de la positive, ce qui prouve que le gaz y est encore plus dilaté et plus conducteur. La différence de température serait donc un critère encore plus sensible que la différence d'éclat, de la résistance électrique plus ou moins grande des différentes parties de la colonne gazeuse. La température absolue est en général moindre dans l'hydrogène à tous les degrés de raréfaction que dans l'azote ou l'air atmosphérique, qui offrent plus de résistance au passage de l'électricité. La différence entre les deux thermomètres n'a jamais été non plus aussi grande dans l'hydrogène que dans l'azote ou l'air atmosphérique. Ainsi elle a été au maximum de 4° $^1/_2$ [1] dans l'*hydrogène*, sous la pres-

[1] Les indications thermométriques sont en degrés Réaumur.

sion de 9 à 12 millimètres, le thermomètre s'étant élevé, dans *deux minutes*, de 21° à 28° $^1/_2$ à l'électrode négative, et de 21° à 31° à la positive. Dans l'*azote*, la différence maximum a été de 5° sous la pression de 5 millimètres (de 20° à 24° au thermomètre négatif et de 20° à 29° au positif). Dans l'*air atmosphérique*, la différence maximum a été, à 6 millimètres de pression, de 6° (de 18° à 26° au thermomètre négatif et de 18° à 32° au positif). A 20 millimètres de pression la différence n'était plus, dans l'*hydrogène*, que de 2° $^1/_2$ (de 21° à 28° $^1/_2$ et de 21° à 26°); dans l'*azote*, que d'un demi-degré (de 20° à 25° et de 20° à 25° $^1/_2$), et dans l'*air atmosphérique* elle était nulle (de 19° à 28° aux deux thermomètres également). Quand il n'y a plus de différence entre les indications des deux thermomètres, ou que cette différence est très-faible, on remarque que l'apparence du jet lumineux est parfaitement uniforme dans toute son étendue.

Voici, du reste, le tableau de quelques expériences :

AIR ATMOSPHÉRIQUE (DURÉE DE CHAQUE EXPÉRIENCE, DEUX MINUTES)

Pression.	*Thermomètre positif.*	*Thermomètre négatif.*	*Différence.*
2mm	16° à 25°	16° à 21°	4°
4mm	18° à 31°	18° à 25° ½	5° ½
6mm	18° à 32°	18° à 26°	6°
8mm	18° à 31°	18° à 27° ½	3° ½
10mm	18° à 31°	18° à 28°	3°
15mm	18° ½ à 31°	18° ½ à 29°	2°
20mm	19° à 28°	19° à 28°	0°

AZOTE (DURÉE DE CHAQUE EXPÉRIENCE, DEUX MINUTES.)

Pression.	*Thermomètre positif.*	*Thermomètre négatif.*	*Différence*
2mm	19° à 24°	19° à 22°	2°
4mm	20° ½ à 28°	20° ½ à 25°	3°
5mm	20° à 29°	20° à 24°	5°
6mm	20° à 31° ½	20° à 27°	4° ½
9mm	20° à 31°	20° à 27°	4°
15mm	21° à 30°	21° à 27°	3°
20mm	20° à 25° ½	20° à 25°	½°

HYDROGÈNE (DURÉE DE CHAQUE EXPERIENCE, DEUX MINUTES.)

2mm	21° à 27°	21° à 25°	2°
5mm	20° à 28° ½	20° à 25° ½	3°
6mm	21° à 29°	20° à 25° ½	3° ½
9mm	21° à 31°	20° à 26° ½	4° ½
15mm	21° à 30°	21° à 26°	4°
20mm	21° à 28° ½	21° à 26°	2° ½
30mm	21° à 25°	21° à 23° ½	1° ½

Voici le résultat d'une expérience dans laquelle on a prolongé la durée du passage du jet au delà de 2 minutes à travers de l'air atmosphérique dont la pression était de 5 millimètres :

Durée du passage.	*Thermomètre positif.*	*Thermomètre négatif.*	*Différence*
2′	18° à 31°	18° à 26°	5°
4′	— à 37°	— à 30° ½	6° ½
6′	— à 40°	— à 32°	8°
8′	— à 42°	— à 33°	9°
10′	— à 43°	— à 34°	9°

A mesure que la durée de l'expérience augmente et que la température absolue s'élève, les différences entre

les températures indiquées par chacun des deux thermomètres deviennent proportionnellement moindres; les indications des deux thermomètres finissent par se rapprocher et même par devenir les mêmes au bout d'un certain temps.

L'hydrogène et l'azote donnent les mêmes résultats.

Les nombres qui expriment les températures dans les tableaux qui précèdent ne peuvent pas être donnés comme étant d'une exactitude parfaite; ils varient en effet, dans leurs valeurs absolues, avec l'intensité du jet électrique : mais ils sont suffisamment constants et exacts pour démontrer : 1° qu'il y a une élévation sensible de température qui accompagne la propagation du jet électrique dans les gaz raréfiés; 2° que cette élévation est sensiblement moindre dans le voisinage de l'électrode négative que près de la positive dès que les gaz sont assez raréfiés pour que le jet passe facilement et que la lumière électrique soit stratifiée; 3° que les élévations absolues de température aux deux électrodes et leurs différences varient avec la densité et la nature du gaz [1].

[1] Il ne faut point confondre les expériences que nous venons de rapporter avec celles qui ont été faites sur la température des électrodes qui transmettent les décharges électriques dans les fluides élastiques raréfiés. M. Gassiott, qui a beaucoup étudié ce dernier genre de phénomènes, a montré qu'il dépend des dimensions des électrodes, de la nature, soit de la continuité plus ou moins grande des décharges électriques, circonstances qui font que c'est tantôt l'électrode positive, tantôt la négative qui s'échauffe le plus; il conclut de ses nombreuses recherches que le développement de la chaleur, soit à l'électrode positive, soit à la négative, provient uniquement de la résistance que rencontre la transmission de l'électricité à l'un ou à l'autre de ces deux portions du circuit électrique. — Mes expériences ont été faites avec deux électrodes de dimensions trop considérables pour pouvoir s'échauffer (boules de cuivre de demi à un centimètre de diamètre):

Un fait qui montre bien toute la puissance lumineuse et calorifique de l'électricité, c'est que l'hydrogène réduit à 1 $^1/_2$ millimètre de pression puisse devenir lumineux et se réchauffer d'une manière bien sensible[1] par le passage de l'électricité, quoique à cette pression il ait une densité si faible qu'un centimètre cube du gaz ne pèse plus que $\frac{1}{5000}$ de milligramme à peine.

En voyant une matière aussi subtile que de l'hydrogène réduit à 1 ou 2 millimètres de pression, pouvoir devenir lumineux sous l'influence de l'électricité, il est impossible de ne pas être tenté de faire un rapprochement avec la matière si subtile aussi et cependant lumineuse qui constitue les nébuleuses et les corps cométaires. Cette analogie devient encore plus frappante quand on examine de près l'apparence que présentent dans le tube qui renferme l'hydrogène raréfié. traversé par le jet électrique, ces espèces de brouillards lumineux qui se manifestent au moment où l'on fait rentrer un peu de gaz dans le tube, comme je l'ai montré dans le § 2, et qui apparaissent également dans l'espace obscur quand on a dépassé un certain degré de raréfaction. La matière gazeuse est encore là plus raréfiée qu'elle ne l'est dans le reste de la masse où elle l'est déjà extrêmement, ce qui lui constitue une ressemblance en-

elles ne peuvent donc porter que sur les températures plus ou moins élevées des différentes portions de la colonne gazeuse raréfiée traversée par le jet électrique qui s'échappe entre les deux électrodes.

[1] Le réchauffement du gaz doit en effet être bien considérable pour qu'il puisse, dans deux minutes, élever de près de 3° la température d'un thermomètre dont le réservoir est un cylindre de mercure de 2 $^1/_2$ millimètres de diamètre sur 3 centimètres de longueur. D'ailleurs le seul fait que le gaz soit lumineux montre bien sa haute température, car la lumière n'est évidemment que l'effet de son incandescence.

core plus prononcée avec la matière lumineuse dont sont formées les comètes et les nébuleuses. Ajoutons que des recherches récentes de divers astronomes ont montré que les raies provenant de l'analyse spectrale de ces corps célestes sont tout à fait semblables à celles que donne la lumière du jet électrique transmis à travers l'azote et surtout à travers l'hydrogène raréfiés. Serait-ce donc que ces deux gaz, dont la présence se manifeste dans la plupart des phénomènes de la physique terrestre, joueraient aussi un rôle non moins et même encore plus important, dans la physique cosmique ? Cette conjecture n'a rien d'improbable depuis surtout que l'analyse des aérolithes a montré que l'espace planétaire ne renferme aucune substance qui ne se retrouve sur notre globe.

DU

RETRAIT ET DE L'ABLATION DES GLACIERS

DE LA

VALLÉE DE CHAMONIX

CONSTATÉS DANS L'AUTOMNE DE 1865

PAR

M. Charles MARTINS

I. *Retrait et ablation de l'extrémité inférieure des glaciers de la vallée de Chamonix.*

Il y a douze ans, le voyageur qui débouchait par la gorge des Montées pour entrer dans la vallée de Chamonix apercevait d'abord le glacier de Taconnay, suspendu entre la montagne de la Côte et celle des Fans, puis celui des Bossons dont les hautes pyramides de glace s'élevaient au-dessus de sa moraine latérale gauche et contrastaient par leur blancheur avec les noirs sapins dont le revers occidental de cette moraine est revêtu. Aujourd'hui tout est changé : le glacier des Bossons ne s'élève plus au-dessus de ses moraines latérales : ce sont elles qui le dominent et le dérobent aux yeux du voyageur cheminant au fond de la vallée. Il y a également douze ans le glacier dépassait inférieurement ses moraines latérales, s'avançait vers le fond de la vallée et menaçait les premières maisons du hameau des Bossons dont les habitants délibérèrent s'ils devaient les abandonner. En effet,

en 1851, M. Venance Payot, naturaliste à Chamonix[1], constatait que ce glacier avait avancé de 31 mètres en un mois, savoir du 18 mai au 18 juin, et cette progression plus ou moins rapide ne s'est arrêté qu'en 1854.

Ce qui est vrai du glacier des Bossons l'est également de tous les autres glaciers de la vallée. Tous ont reculé, tous ont diminué de puissance depuis cette époque. Chez tous on est obligé, pour arriver à l'escarpement terminal, de marcher péniblement sur les cailloux anguleux de la moraine profonde abandonnée par le glacier qui la recouvrait. Le torrent qui sort du glacier, au lieu de courir immédiatement dans les vertes prairies, se divise en plusieurs branches au milieu du lit de cailloux parmi lesquels il se fraye un passage. Ainsi la scène est changée : moins pittoresque pour l'artiste, elle est plus instructive pour le géologue qui voit à découvert la moraine profonde avec les moraines latérales qui la dominent et constate l'absence de la moraine terminale qui n'a pu se former, parce que le glacier pendant sa période de retrait n'a pas stationné assez longtemps à la même place pour y construire une digue formée par l'accumulation des blocs tombés de son escarpement terminal. Cette étude est du plus haut intérêt : elle permet de comparer les moraines d'un glacier actuel avec les anciennes moraines, si fréquentes dans toutes les vallées et jusque dans les plaines du pourtour de la chaîne des Alpes. Le géologue témoin des travaux du glacier actuel ne méconnaîtra pas ceux de l'ancien glacier dont le premier n'est plus qu'une faible réduction. D'un autre côté, les voyageurs qui visiteront à l'avenir la vallée de Chamonix pourront constater

[1] *Guide du Botaniste au jardin de la mer de glace de Chamonix*, page 12. — 1854.

les oscillations des glaciers dans les temps historiques. Le maximum d'extension est toujours indiqué par la moraine que le glacier laisse après lui et quand ces moraines sont couvertes d'arbres, l'âge même de ces arbres estimé par le nombre de leurs couches annuelles permet d'apprécier le nombre *minimum* d'années depuis lequel le glacier s'est retiré.

N'ayant pas le loisir de mesurer moi-même le recul des glaciers, c'est-à-dire la distance qui séparait le point extrême atteint en 1854 du point où la glace s'arrêtait en septembre 1865, j'ai prié M. Venance Payot de le faire à ma place avec l'aide de l'un de mes anciens guides du Mont-Blanc, Ambroise Couttet. Voici les résultats qu'ils ont obtenus.

Le glacier des Bossons a reculé depuis douze ans de 332 mètres. Loin de menacer le village des Bossons, il en est actuellement éloigné de plus de 500 mètres, et l'espace qui l'en sépare est couvert par les cailloux et les graviers de la moraine profonde. Les pyramides de glace qui dépassaient les moraines latérales ont disparu. Le glacier est réduit à une surface unie terminée en forme de langue et dominée des deux côtés par les deux moraines latérales qui s'élèvent en moyenne de 25 mètres au-dessus de la surface de la glace. M. Payot estime l'ablation totale du glacier à 80 mètres. Les moraines forment deux talus fortement inclinés. Pour traverser le glacier on est obligé de descendre l'un de ces talus et de remonter sur l'autre quand on a quitté la glace. Il y a dix ans c'était le contraire. On montait du sommet de la moraine sur le glacier, et après l'avoir traversé on descendait de la glace sur la crête de la moraine opposée. Chacune d'elles est terminée actuellement par une arête bien mar-

quée et leur section par un plan perpendiculaire à cette arête représenterait un triangle dont la base repose sur la pente de la montagne.

Le glacier des Bois, terminaison de la Mer de glace, a moins reculé que celui des Bossons, car on ne compte que 188 mètres depuis le point extrême atteint en 1854 et la grotte de glace d'où s'échappe le torrent de l'Aveyron. A son extrémité inférieure ce glacier se contourne en forme de faucille et sa puissante moraine latérale droite décrit une courbe concentrique qui se termine près du hameau des Bois que le glacier menaçait il y a douze ans. La moraine près de ce hameau est donc à la fois latérale et terminale. Partout elle domine le glacier et au-dessous du *Chapeau* elle forme un talus adossé à la montagne d'une régularité telle qu'on croirait voir un long talus de déblais artificiels. Ce glacier, comme le savent tous les voyageurs qui ont visité Chamonix, fait cascade à son extrémité sur des rochers de protogine. La moitié droite de ces rochers est ouverte par le glacier, mais la moité gauche reste à découvert. La surface de la roche est nue, aplanie et moutonnée. Un grand nombre de filets d'eau s'échappent de la tranche du glacier qui s'arrête au haut de l'escarpement, et viennent grossir l'Aveyron. Ils sont figurés sur la carte de la mer de glace publiée en 1842 par M. Forbes et celle très-récente (1865) du capitaine d'état-major Mieullet.

C'est en montant à la Flégère, en face du glacier des Bois, que l'on embrasse le mieux cet ensemble et il est impossible de méconnaître l'analogie, j'allais dire l'identité, qui existe entre la moraine terminale en forme de faucille du glacier des Bois et l'ancienne moraine du glacier qui remplissait jadis la vallée de Montjoie et se ter-

minait aux bains de Saint-Gervais. Cette moraine descend du Prarion et elle est à la fois, comme celle du glacier des Bois, latérale droite et terminale. Comme celle du glacier des Bois, elle représente une faucille dont la pointe aboutirait à la promenade qui précède l'établissement des bains [1]. Tout est semblable sauf les dimensions. Deux torrents, le Nant-Fernet et le Giblou, qui se réunissent avant de se jeter dans l'Arve, ont profondément entamé cette moraine, surtout entre les villages de Mont-Paccard et de Montfort, bâtis eux-mêmes sur le terrain erratique. Cette coupe naturelle montre que les moraines sont composées de blocs anguleux, de cailloux, de sable mêlés confusément sans aucune trace de stratification. Sur la rive droite du Giblou, des blocs de dimension énorme ont protégé le terrain morainique sous-jacent contre l'action ravinante des eaux pluviales. Des pilastres dont ces blocs erratiques forment le chapiteau font saillie sur les parois de l'escarpement ; quelques-uns en sont même complétement séparés. C'est un but de promenade pour les baigneurs de Saint-Gervais qui les connaissent sous le nom de *cheminées des Fées.*

Le troisième grand glacier de la vallée de Chamonix, celui d'Argentières, s'était avancé, il y a douze ans, d'une manière inquiétante : il s'approchait du village dont il n'était plus séparé que par un rideau de mélèzes. Depuis 1854 il a reculé de 181 mètres. Charriant beaucoup de pierres et de blocs erratiques à sa surface, il a enseveli sous une masse de décombres les terrains qu'il a abandonnés depuis et ses deux immenses moraines la-

[1] Voyez pour plus de détails l'ouvrage intitulé : *Du Spitzberg au Sahara*, p. 248.

térales réunies forment une moraine terminale plus basse et concentrique à l'escarpement terminal.

Mais de tous les glaciers de la vallée de Chamonix, celui qui a reculé le plus c'est le glacier du Tour. On ne le voit plus en descendant du col de Balme, car il n'entre plus dans la vallée et a même presque disparu au fond du couloir dans lequel il descendait : en douze ans il a reculé de 520 mètres.

On voit que le retrait des quatre principaux glaciers de la vallée de Chamonix a été fort inégal et quoique les lois qui président à la progression et à la fusion de ces masses commencent à être bien connues, il serait difficile de se rendre compte exactement des différences qu'on observe entre le retrait de ces différents glaciers. La cause générale du phénomène, c'est le peu d'abondance des neiges tombées pendant les dix derniers hivers et la chaleur des étés : ces deux causes séparées ou réunies suffisent pour déterminer le retrait des glaciers. Leur avancement ou leur recul dépend en effet de l'équilibre qui s'établit entre la fusion et la progression du glacier. Mais de même que les rivières qui sortent d'un lac, ou les torrents issus d'un bassin de réception sont d'autant mieux alimentés que le lac ou le bassin de réception sont plus grands, de même l'alimentation et par conséquent la progression d'un glacier dépendent, toutes choses égales d'ailleurs, de l'étendue des cirques de réception, c'est-à-dire de celle des champs de glace et de névé dont le glacier est pour ainsi dire l'émissaire, comme M. Desor en a fait le premier la remarque[1]. Si maintenant on jette un coup d'œil sur la carte de la chaîne du Mont-Blanc, publiée en 1865 par M. Reilly, on reconnaît immédiatement

[1] *Excursions et sejours dans les glaciers*, t. II, p. 186. — 1844.

que le glacier des Bois correspond au plus grand bassin de réception, puis vient celui d'Argentières, après celui des Bossons et enfin celui du Tour. Cet ordre est précisément celui du retrait de ces glaciers : ceux des Bois et d'Argentières ont le moins reculé. Le glacier du Tour, dont le cirque est incomparablement moins étendu que celui de tous les autres, a reculé trois fois plus que son voisin, celui d'Argentières, et même celui des Bossons, quoique son extrémité inférieure soit bien plus élevée au-dessus de la mer que le pied de ce dernier dont l'altitude est de 1100 mètres. L'extrémité inférieure du glacier du Tour étant dans un climat notablement plus froid que celui du village de Chamonix, cet exemple prouve que la chaleur de la vallée où aboutit le glacier n'a pas eu une action prépondérante sur son retrait : en effet, celui du Tour, le plus élevé de tous et dont j'avais fixé barométriquement à 1554 mètres la hauteur au-dessus de la mer en 1837, a le plus reculé ; mais aussi son cirque est-il beaucoup plus petit que celui de chacun des autres, de là une alimentation moindre et un recul plus considérable.

II. *Retrait et ablation de la partie supérieure des glaciers et en particulier de celui du Géant.*

J'avais constaté le retrait et l'ablation des glaciers à leur extrémité inférieure, mais cela ne me suffisait pas, je voulais savoir quels changements s'étaient opérés dans leur région supérieure ; pour cela, je résolus de remonter la Mer de glace et de m'élever jusqu'au col du Géant par le glacier du même nom, véritable prolongement de la *Mer de glace*, et par conséquent de sa terminaison le glacier des Bois.

Je partis de Chamonix le 4 septembre. Le Montanvert était encore dans l'ombre, mais le soleil, près de se lever, éclairait les mélèzes qui le couronnent; ces arbres paraissaient lumineux, comme s'ils eussent été formés de filigrane; c'est un phénomène de dispersion de lumière que M. Necker de Saussure a le premier signalé dans une lettre à Sir David Brewster[1]. La forêt du Montanvert se compose de sapins et de mélèzes; je constatai que le phénomène était plus brillant sur les mélèzes dont les feuilles sont plus fines et plus minces. Les arbres, élevés de 200 à 300 mètres au-dessus de ma tête, présentèrent le phénomène dans tout son éclat; mais il était encore visible sur des pieds distants de 50 mètres seulement. La fumée des charbonniers qui brûlaient du bois sur la montagne s'élevait en jets blancs, mais moins éclatants que les sapins. Je revis le phénomène dans toute sa splendeur le 22 octobre, en traversant le Simplon. Il était deux heures et demie de l'après-midi; le soleil descendait derrière la pointe septentrionale du Fletschhorn (4011 mètres). Le vent enlevait de la cime des tourbillons de neige qui, éclairés par le soleil, semblaient une poussière d'argent lancée dans les airs et disparaissant à une certaine hauteur; chaque flocon de neige brillait comme une étincelle. Le village de Simplon étant à 1480 mètres au-dessus de la mer, on voit que le phénomène se produit également avec une différence de niveau de 2500 mètres et à une distance de plusieurs kilomètres.

Revenons à nos glaciers. Parti à midi de l'hôtel du Montanvert, je traversai rapidement les *Ponts* pour descendre sur l'ancienne moraine latérale gauche, correspondant à la plus grande épaisseur que le glacier ait atteint

[1] Tyndall, *The glaciers of the Alps*, p. 178. — 1860.

dans la période actuelle. Des herbes et des arbustes la recouvrent en partie, et, à 600 mètres environ de l'hôtel, près d'un énorme bloc anguleux, portant à sa partie supérieure une cuvette naturelle remplie d'eau, je reconnus que la surface actuelle du glacier était à environ 25 mètres au-dessous de ce bloc, et par conséquent de l'ancienne moraine *maximum* qui le supporte. Le rocher de l'*Angle*[1] était poli et strié sur une hauteur de 20 mètres environ. Les stries ascendantes formaient avec l'horizontale un angle de 20°. Je n'avais jamais vu les surfaces polies de ce rocher découvertes sur une aussi grande hauteur : elles prouvaient, comme l'ancienne moraine sur laquelle j'avais marché, que le niveau de la Mer de glace s'était abaissé de 20 à 25 mètres environ au-dessous du niveau *maximum* indiqué par la hauteur de l'ancienne moraine et la limite supérieure des stries sur le rocher. Ainsi donc, si l'extrémité inférieure du glacier avait reculé de 188 mètres, son épaisseur avait diminué de 20 mètres au moins à la hauteur de 1960 mètres au-dessus de la mer, où je me trouvais alors.

A partir du rocher de l'Angle, je mis le pied sur la glace, que je ne quittai plus. J'avançai ainsi jusqu'au point où le glacier de Talèfre se jette dans la mer de glace, dont il est le plus puissant affluent. Les touristes qui se rendent au *Jardin*, îlot riche en plantes alpines, situé au milieu de ce glacier, quittaient jadis dans ce point la Mer de glace pour monter sur le *Couvercle*, base de l'aiguille du *Moine*, et éviter ainsi les crevasses du glacier de Talèfre; maintenant ce trajet est impossible; il faudrait une échelle de 25 mètres de haut pour s'élever du glacier sur le

[1] Voyez pour toute l'ascension la carte du capitaine Mieullet, 1865, à l'échelle de 1/40000.

Couvercle, nouvelle preuve de l'abaissement ou, pour employer l'expression consacrée de l'*ablation*, de la mer de glace à son confluent avec le glacier de Talèfre. Pour atteindre le Jardin[1], on est obligé de faire un grand détour en passant près du bloc erratique, appelé la *pierre de Béranger*, et en traversant ensuite le glacier de Talèfre à la hauteur de 2670 mètres au-dessus de la mer. Après avoir reconnu le Couvercle, je me dirigeai vers le promontoire du Tacul, qui sépare le glacier du Géant de celui de Leschaux. Le lac du Tacul, dont parle déjà de Saussure[2], et qui est encore figuré sur la carte de M. Forbes, publiée en 1842, et celle du capitaine Mieullet, portant la date de 1865, n'existait plus, et sa disparition est peut-être une conséquence de l'ablation extraordinaire du glacier, car la fonte des neiges et des glaces fournissait assez d'eau pour le remplir. Je traversai la moraine latérale droite du glacier du Géant et m'élevai sur le contre-fort occidental de la montagne du Tacul, pour aller coucher sous un gros bloc connu sous le nom de *pierre de Tacul*, qui sert d'abri aux chasseurs de chamois et aux chercheurs de cristaux. C'est un bloc de protogine, couvert de noirs lichens, qui s'est arrêté à mi-côté de la montagne et surplombe assez pour que trois hommes puissent se loger dessous : un mur en pierres sèches complète ce logement. Cette pierre se trouve à 100 mètres au-dessus du glacier et à 2400 mètres environ au-dessus de la mer. Le sol environnant est criblé de trous de marmottes et la végétation celle qu'on observe à ces hauteurs : quelques pieds de *Rhododendron ferrugineum*, puis *Chamæledon procumbens*, *Salix herbacea*, *Vaccinium myrtillus* rabou-

[1] Voyez sur cette localité : *Du Spitzberg au Sahara*, p. 92.

[2] *Voyages dans les Alpes*, § 2027.

gri, *Phyteuma hæmisphericum, Saxifraga bryoïdes, Silene acaulis, Senecio incanus, Cnicus spinosissimus, Alchemilla fissa, Gentiana nivalis, Juncus triglumis,* etc.

Peu de points sont situés plus favorablement pour embrasser l'ensemble de la mer de glace et de ses affluents. On découvre le mont Mallet, l'aiguille du Géant, l'aiguille et le glacier de la Noire, la Vierge, le Flambeau, le grand Rognon, l'aiguille de Blaitière, le Moine, l'aiguille Verte, les Droites et les Courtes qui dominent le Jardin. Le glacier du Géant est sous les pieds du spectateur : il n'a point de moraine médiane et les couches paraboliques *(dirt-bands)* de la glace se dessinent admirablement entre les moraines latérales. Celles-ci sont au nombre de cinq à la pointe du Tacul sur la rive droite du glacier. Quatre sont des moraines latérales formées par les éboulements des montagnes de la rive droite du glacier du Géant. La cinquième est la moraine latérale gauche du glacier de Leschaux qui se réunit aux quatre autres, et devient ainsi une des moraines latérales droites du glacier principal.

De nouvelles preuves du retrait des glaciers se révélaient à moi. L'aiguille de *Blaitière* est en face du Tacul. De petits glaciers de second ordre descendent de cette aiguille, mais n'atteignent pas le glacier du Géant au-dessus duquel ils restent suspendus. On les nomme glaciers d'*envers de Blaitière.* Entre ces glaciers et la surface de celui du Géant on aperçoit une bande gazonnée d'un vert-jaunâtre, large de 30 mètres environ. Au-dessus et au-dessous de cette bande, l'abrupt est poli, strié, dépourvu de toute saillie et de toute végétation. Cette bande gazonnée, où la terre végétale est restée, prouve qu'à une certaine époque le glacier du Géant s'était élevé jusqu'à son bord inférieur, tandis que les glaciers d'envers de

Blaitière descendaient jusqu'au bord supérieur : elle-même n'a jamais été envahie par la glace. Cette bande nous montre donc quel a été l'écartement *minimum* du grand glacier et de ses satellites à l'époque de leur *maximum* de puissance et d'extension dans la période actuelle. Maintenant, au contraire, l'écart vertical entre la surface du glacier du Géant et l'extrémité inférieure des glaciers suspendus est de 150 mètres environ. La bande verte est plus rapprochée de la surface du glacier du Géant que de l'escarpement des glaciers d'*envers de Blaitière*, car ceux-ci alimentés par de petits bassins de réception ont reculé encore plus que le glacier du Géant ne s'est abaissé. Du haut de mon observatoire j'avais donc sous les yeux les parois d'une vallée usée, aplanie, frottée et striée par le glacier du Géant et ses affluents. L'abaissement de la surface et le retrait des petits glaciers satellites me permettaient de voir ces parois à nu. Involontairement mon souvenir me reportait aux grandes vallées des Alpes qui pendant la période glaciaire étaient occupées par des glaciers comme la vallée du Géant l'est actuellement. Leurs contre-forts sont également unis et usés ; pas un rocher ne fait saillie. Tout est uniformément aplani. C'est le caractère général de ces vallées. Mais je citerai comme des points où cet aplanissement est le plus frappant, dans le Valais : la rive gauche de la Dranse, en amont de Martigny, et celle du Rhône, en aval de cette ville : les parois qui dominent la rive droite du même fleuve, entre l'entrée du Loetsch-Thal et le village de Raron. Dans la vallée de Domo-d'Ossola les escarpements de la rive gauche de la Tocce entre Vogogna et Ornovasco.

Je passai une bonne nuit sur mon lit de rhododendrons.

Le froid était très-supportable, puisqu'à 4 heures 45 minutes du matin le thermomètre marquait 7°,5. Nous partîmes à 5 heures et trouvâmes les flaques d'eau gelées sur le glacier, effet dû au rayonnement de la glace et de l'eau dont la température s'était abaissée au-dessous de zéro. Nous suivions la moraine formée par les éboulements de l'aiguille de la Noire dont la roche se distingue par son mica noir, ses grands cristaux de feldspath blancs, et sa structure schisteuse : s'éboulant facilement elle alimente une énorme moraine que l'on suit jusque sur la mer de glace. Au pied de cette aiguille il y a évidemment dans la vallée du Géant une de ces dénivellations subites qui se remarquent à tous les rétrécissements des vallées alpines. Les cascades sont dans les défilés, c'est une loi qui ne souffre guère d'exception. Ici il n'y a point de torrent, mais un glacier, et c'est le glacier qui fait cascade, c'est-à-dire se divise, se déchire transversalement pour se recoller ensuite par un effet de la pression quand la pente est moins forte et le fond plus uni. En juin, avant la fonte des neiges de l'hiver à la surface du glacier, on aurait pu passer sur les ponts qui recouvrent ces crevasses en suivant la rive gauche du glacier ; mais au commencement de septembre c'était impossible, d'autant plus que la quantité de neige tombée a été minime pendant les derniers hivers. Aussi toutes les crevasses, toutes les fentes étaient-elles béantes, et il fallut gagner les bases de l'aiguille Noire en descendant dans ces crevasses et en circulant sur les arêtes intermédiaires. Au pied de l'aiguille nous nous trouvâmes en présence d'un escarpement de roche polie et sans les points d'appui que nous offraient les tranches des feuillets brisés, nous n'aurions pu nous élever sur les bases de l'aiguille. Nous mesurions

l'intervalle considérable qui séparait la glace du rocher qu'elle touchait à l'époque où elle arrondissait sa base et striait ses surfaces polies et usées. Le glacier béant était à cent mètres au-dessous d'une paroi verticale parfaitement unie, et nous avions à redouter les avalanches de pierres qui descendent habituellement des flancs de l'aiguille Noire. Ce trajet fut donc pénible et dangereux : nous dûmes remonter très-haut sur les flancs de l'aiguille Noire pour dépasser le niveau de la surface polie. En quittant le rocher, nous nous trouvâmes encore au milieu de *séracs :* nous descendions dans les petites vallées de glace et remontions sur les arêtes qui les séparent. Couttet taillait des pas avec la hache, tandis que Simond cherchait les passages les moins difficiles. A 9 heures $^1/_2$ nous étions sur un névé peu crevassé, et des pentes douces se succédaient jusqu'au haut du col du Géant, mais plusieurs fois la neige avait manqué sous nos pas; le glacier était traversé par des *rimayes* souvent larges et béantes, mais souvent aussi plus étroites et recouvertes d'une couche de nevé d'une faible épaisseur. Nous nous attachâmes à une corde, car les pentes n'excédaient pas 20°, et la chute de l'un d'entre nous dans une crevasse n'aurait pas entraîné celle des autres comme dans le funeste accident du mont Cervin. A notre droite s'élevaient comme des écueils au milieu de la mer les rochers isolés appelés les *Rognons* et la *Vierge.* Nul doute qu'ils ne dépassent la surface de la glace beaucoup plus qu'il y a une dizaine d'années, car le nevé fond et s'évapore même à ces hauteurs. D'immenses champs de neige s'étendaient jusqu'aux bases de l'aiguille du Midi, du Mont-Blanc, du Tacul et du mont Maudit. Nous apercevions la longue silhouette du col du Géant, dominée par les Aiguilles marbrées, et à 11 heu-

res 35 minutes nous étions sur les rochers où de Saussure, en 1788, passa seize jours à 3362 mètres au-dessus de la mer. De légères vapeurs s'élevaient du côté de l'Italie, mais dans les éclaircies je pus jouir de l'admirable spectacle qui attend le voyageur après cette pénible ascension. Là encore j'eus une preuve du retrait considérable des glaciers du Mont-Blanc; celui de la Brenva que je voyais sous mes pieds est le pendant exact des Bossons qui descend sur l'autre versant : comme lui il s'avance au milieu des bois et des champs cultivés. Je voyais son extrémité inférieure s'allonger dans le val Veni sur la rive gauche de la Doria-Baltea. Le torrent occupe seul le thalweg de la vallée et se fraye un passage entre la moraine du glacier et le contre-fort de la vallée sur lequel se trouve la chapelle de Notre-Dame de Guérison et où passe le chemin du col de la Seigne à Courmayeur. Les roches polies et striées, les blocs erratiques qui l'entourent montrent qu'à l'époque de sa plus grande extension ce glacier venait buter contre ce contre-fort de la montagne. Dans les temps historiques il a toujours laissé un libre passage au torrent qui descend du lac Combal. Quand je le vis pour la dernière fois en 1844, la glace accompagnait jusqu'au bout la grande moraine latérale droite couverte de mélèzes et figurée déjà par de Saussure[1] en 1781. Mon ami Bartolomeo Gastaldi[2] l'a revu dans le même état en 1852. Du haut du col du Géant je constatai que le glacier de la Brenva avait énormément reculé et j'estimai son retrait à 300 mètres environ. Une grande surface caillouteuse, extrémité de la moraine profonde, s'étendait en avant de l'escarpement terminal du glacier, et la mo-

[1] *Voyages dans les Alpes*, in-4°, t. IV, pl. III.

[2] *Appunti sulla geologia del Piemonte*, pl. V.

raine latérale droite dépassait cet escarpement et s'avançait semblable à un éperon le long de la Doire-Baltée. Je remarquai aussi que les abrupts presque verticaux du mont Maudit et du Mont-Blanc étaient complétement dépourvus de neige sur une hauteur qui n'est pas moindre de 1400 mètres. Les observateurs futurs pourront constater s'il en est de même après les hivers où il tombe beaucoup de neige dans les Alpes. Je quittai le col à 1 heure 30 minutes, après m'être assuré que la température de l'air était à 4°,4, température très-supportable à cause de l'absence du vent et des brumes légères qui nous enveloppaient à chaque instant. A 8 heures et demie j'étais de retour à l'hôtel du Montanvert, satisfait d'avoir constaté dans les hautes régions l'ablation et le retrait si visibles sur l'extrémité inférieure des glaciers du Mont-Blanc. J'étais heureux d'avoir visité le col où de Saussure séjourna en 1788, et je me félicitais d'avoir réussi aux approches de la vieillesse dans une ascension qui me rappelait celles que je faisais il y a vingt ans sans me fatiguer autant, mais sans jouir davantage de ces aspects sublimes et pleins d'enseignements qu'on voudrait revoir sans cesse quand on en a compris une fois le charme intime et l'incomparable grandeur.

NOTE

SUR

LES TRACES ET LES TERRAINS GLACIAIRES
AUX ENVIRONS DE BAVENO
SUR LE LAC MAJEUR

PAR

M. Charles MARTINS

L'immense glacier qui remplissait jadis la vallée de Domo-d'Ossola, au pied méridional du Simplon, se composait de tous les affluents des Alpes pennines compris entre le Mont-Rose, le Simplon et le Gries [1]. Ces afluents descendaient par les vallées latérales d'Anzasca, d'Antrona, de Bugnanco, de Vedro, dans la vallée principale; par celles de Devera, et de Vigezzo, dans le val Formazza, qui en est le prolongement en ligne droite vers le nord. La Tocce les parcourt l'une et l'autre avant de se jeter dans le lac Majeur. C'est à Vogogna, en aval de Domo-d'Ossola, que le dernier et le plus puissant des affluents, celui du val Anzasca, descendant de la partie orientale du Mont-Rose, se réunissait au glacier de la Tocce, comme nous l'appellerons désormais. Entre Vogogna et Ornovasco, on est frappé de l'abrasion de la grande paroi qui forme l'escarpement latéral gauche de la vallée. Pas une saillie, pas une crête n'a échappé à l'usure produite par l'immense laminoir qui le polissait. En arrivant

[1] Voyez la feuille XVI de la carte de l'état-major piémontais.

au lac Majeur par le golfe de Baveno, le glacier rencontrait la montagne granitique d'Orfano[1], isolée comme une borne gigantesque entre le lac Mergozzo et le golfe dont nous avons parlé. Placée au milieu de la vallée et formant un obstacle à la marche du glacier, celui-ci l'a moutonnée sur toute sa surface, et les stries dont ses surfaces polies sont couvertes prouvent assez que ces formes arrondies ne sont pas dues à une structure écailleuse du granit (*Schaalengranit* de de Buch). Les immenses carrières de granit blanc, ouvertes dans les flancs du *monte Orfano*, les pilastres, les colonnes, les entablements souvent de 10 mètres de long qu'on en tire journellement montrent que la masse entière compacte et homogène dans toutes ses parties n'a pas la fracture écailleuse que le célèbre géologue attribuait à tous les granits qui présentent une surface moutonnée. Ces formes sont l'œuvre du glacier. En arrivant au lac, on les retrouve sur le *monte Castello* qui domine Feriolo, sur le *monte Zucchero*, où l'on exploite le granit rose de Baveno; sur la montagne qui s'élève au-dessus du canal de communication, entre le golfe de Baveno et le lac de Mergozzo; sur le *monte Rosso*, au pied duquel est situé le village de Suna, et enfin, sur le promontoire qui sépare les villes d'Intra et Pallanza. Non-seulement ces montagnes sont moutonnées, mais leur forme générale est celle que les glaciers impriment aux protubérances sur lesquels ils passent : le côté en amont est à pente douce, le sommet arrondi, la partie en aval plus abrupte : c'est la *Stoss* et la *lee Seite* des géologues scandinaves.

Le Promontoire dont nous avons parlé, véritable *Abschwung* placé entre les deux grands glaciers qui descen-

[1] Voyez la feuille XXIV de la carte de l'état-major piémontais.

daient par la vallée Levantine et celle de Domo-d'Ossola, offre un grand escarpement de micaschiste vers le nord-est, du côté du lac. La pente douce qui descend vers le nord est une ancienne moraine couverte de gros blocs erratiques mise à nu du côté de l'est, derrière l'établissement horticole des frères Rovelli.

Les autres preuves du passage du glacier ne nous feront pas défaut. Un chemin débouchant entre Feriolo et Baveno, sur la route du Simplon et aboutissant à la *masseria Righetti*, sert à transporter les blocs de granit rose des deux carrières au lac; ce chemin est entièrement creusé dans une ancienne moraine. De gros blocs erratiques de granit blanc et rose, de micachiste, de quartz, de serpentine et de diorite, gisent de tous les côtés, et on voit enchâssés dans la boue glaciaire des fragments de toutes grosseurs de ces roches présentant ces formes usées et imparfaitement arrondies qui caractérisent les cailloux glaciaires. Ceux de serpentine sont souvent manifestement rayés. En levant les yeux, on voit que le torrent de *Selva Spesse di Baveno*, qui débouche dans le lac à Oltre-Fiume, a creusé son lit dans un terrain morainique, dont les lambeaux déchirés sont visibles de la route. Si l'on suit le sentier qui mène directement de Baveno aux carrières, on traverse une surface de micaschiste polie et striée dans le sens de la marche du glacier, rappelant, sauf les dimensions, la célèbre *Hellenplatte* de la Grimsel. Elle est à 100 mètres environ sur le lac et correspond aux belles surfaces polies que l'on observe sur la rive orientale, aux environs du village de Fundo-Tocce. Tous ces faits, j'ai eu le plaisir de les constater avec mon ami et ancien collaborateur le professeur Bartolomeo Gastaldi, de Turin. Continuant notre route sur

Stresa, nous reconnûmes que partout les hauteurs étaient semées de nombreux blocs erratiques, d'une composition semblable à celle des blocs de l'ancienne moraine de Baveno. Il en est un qui, vu sa situation à une demi-heure de Stresa et ses énormes dimensions, mérite d'être signalé aux géologues et même aux gens du monde qui s'intéressent tant soit peu aux phénomènes de la nature. Il est suspendu sur une pente très-inclinée au-dessus de la branche orientale d'un petit torrent appelé Fiumetto qui débouche dans le lac à Stresa, en amont du palais de la duchesse de Gênes. Sa hauteur au-dessus du lac est de 60 mètres environ, et sa masse noire est en partie cachée par le feuillage des châtaigniers qui l'entourent et la végétation qui s'est établie sur sa surface supérieure. Il repose sur du micaschiste et lui-même est formé de schiste serpentineux compacte. Le plus grand diamètre de la face supérieure est de 14^{m},50. Sa hauteur et de 10 mètres. Sa face inférieure surplombe la pente de la montagne et fait une saillie de 8^{m},30, dont la largeur est de 10^{m},70 On a utilisé cette saillie en construisant autour un mur en pierres sèches pour en faire un réduit où l'on conserve des fagots. Nous ne croyons pas pouvoir estimer le volume de ce bloc à moins de 1500 mètres cubes, ce qui le place au nombre des plus gros qui aient été signalés.

Quelle est la limite supérieure de ces blocs erratiques ? Des bords du lac, on voit déjà des lambeaux d'ancienne moraine près de la crête visible de ce point ; mais une ascension au *Motterone* ou *Margozzolo*, dont le sommet s'élève à 1491 mètres au-dessus de la mer et 1281 mètres au-dessus du lac Majeur, permet de fixer leur limite extrême. Ils dépassent l'*Alpe del Girardino*, mais n'atteignent pas la chapelle de Sainte-Euphrosie et encore

moins l'*Alpe della Chiesa*. Je ne crois pas m'éloigner beaucoup de la vérité en fixant leur limite extrême à 850 mètres au-dessus du lac. Jusqu'à cette hauteur, on trouve non-seulement des blocs innombrables et de toute grosseur, mais encore du véritable terrain morainique, savoir : un mélange de boue, de sable et de fragments de grosseur et de nature très-diverse. A l'époque de sa plus grande extension, lorsque réuni au promontoire de Palanza avec l'affluent du Tessin, il poussait ses dernières moraines jusqu'aux environs de Somma et de Sesto-Calende, le glacier de la Tocce avait au niveau des îles Boromées une puissance de 850 mètres.

En effet, il est facile de démontrer que le glacier de la Tocce a réellement passé sur le milieu du lac. Pour m'en assurer, j'ai examiné, avec mon ami le professeur Gastaldi, les rochers des îles Boromées. Ce sont des couches de micaschistes inclinées vers le sud. Malheureusement, elles sont en grande partie couvertes de constructions ; mais, partout où elles sont à nu, elles présentent des preuves d'abrasion. Ainsi, sur la pointe méridionale de l'*Isola delle Pescatore*, sous les arcades tapissées de *Bignonia radicans* et de lierre sur le bord occidental de l'*Isola bella*, on reconnaît la forme générale des micaschistes que les glaciers ont moutonné. Mais c'est surtout à la pointe N. O. de l'*Isola madre*, près d'une tour en briques qu'on voit des surfaces nivelées et intactes sous le gazon qui les recouvre, et, pour achever la démonstration de gros blocs erratiques de diorite, de granit et d'amphibolite, gisent autour sur le rivage. A l'extrémité septentrionale du lac, près de Locarno, les petites îles *del Conigli* et de *San-Pancrazio*, qui ne portent chacune qu'une seule construction, sont clairement moutonnées sur toute leur longueur et arron-

dies dans le sens de la marche du glacier du Tessin. Nous avons donc la preuve matérielle que le glacier a passé sur le lac et que son fond à nivelé la surface de ces îles.

Maintenant, si l'on me demande comment le glacier se comportait vis-à-vis de ce lac, s'il remplissait tout le creux ou passait au-dessus, je ne saurais, dans l'état actuel de nos connaissances, me faire une juste idée des relations mutuelles du lac et du glacier. Malgré les observations de MM. de Mortillet, B. Gastaldi, Desor, Ramsay, Favre, Zollikofer, Omboni et Enrico Paglia, les éléments rassemblés par ces auteurs ne me paraissent pas suffisants pour résoudre le problème et entraîner la conviction des géologues. Les études sur les terrains de transport et l'ancienne extension des glaciers datent d'hier, comment s'étonner qu'une foule de difficultés soient encore insolubles ? Comment s'étonner que des faits restent sans explication et des objections sans réponse. L'avenir éclaircira tous ces doutes, et le passage des anciens glaciers dans les vallées occupées par des lacs sera aussi compréhensible que le fait même de leur ancienne extension est évident actuellement aux yeux de tous les savants contemporains.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Sur la nouvelle étoile qui a paru dans la constellation de la Couronne boréale.

M. John Birmingham, de Tuam en Irlande, paraît être le premier qui, dans la nuit du 12 mai 1866, ait reconnu l'apparition d'une nouvelle étoile brillante, un peu au sud de ε de la Couronne boréale, et il l'a évaluée alors comme étant de deuxième grandeur sous le rapport de l'éclat. M. Courbebaisse à Rochefort et M. Schmidt à Athènes l'ont vue le 13, et lui ont attribué un éclat intermédiaire entre la deuxième et la troisième grandeur. M. Courbebaisse croit pouvoir assurer qu'elle ne se faisait pas remarquer le 9 mai. M. Chandler, élève et adjoint du docteur Gould, l'a reconnue le 14 en Amérique. M. Baxendell l'a observée à Manchester le 15, comme une étoile de troisième grandeur.

Le 16 mai, cette étoile a paru de cinquième grandeur à MM. Huggins et Millar, qui ont examiné son spectre et ont communiqué le 17 leurs observations à la Société royale de Londres. Ils ont remarqué, le 16, qu'une très-faible nébulosité paraissait s'étendre à une petite distance autour de l'étoile, en s'affaiblissant graduellement vers sa limite extérieure; on n'a pu en découvrir de traces distinctes dans les nuits suivantes. Voici la description du spectre de cette étoile, telle que la donne M. Huggins, dans le numéro des *Monthly Notices* correspondant à la séance de la Société astronomique de Londres du 11 mai 1866, et qui a paru le 6 juin[1].

[1] Cet article a été publié aussi dans le nº 1586 des *Astronom. Nachrichten*, p. 29.

« La lumière de cette étoile est composée, et elle émane de deux sources différentes. Chaque lumière forme son propre spectre. Le spectre principal est analogue à celui du soleil. La portion de la lumière de l'étoile représentée par ce spectre a été émise par une photosphère solide ou liquide incandescente, et elle a éprouvé une absorption partielle en passant à travers une atmosphère de vapeurs, dont la température était plus basse que celle de la photosphère. Le spectre d'absorption contient deux fortes lignes obscures, un peu plus réfrangibles que la ligne C du spectre solaire, un groupe obscur de lignes s'étendant vers D, une faible ligne coïncidant avec D. et de nombreuses lignes fines jusque près de la lettre *b* du spectre solaire. Là commence une série de groupes de fortes lignes, qui s'étend aussi loin que la trace du spectre peut être suivie.

« Le second spectre, qui paraît dans l'instrument superposé au précédent, consiste en cinq *lignes brillantes*, ce qui montre que la lumière dont il émane provient d'une matière à l'état de *gaz*. L'une de ces lignes est dans le rouge de la lettre C de Fraunhofer. La plus brillante coïncide avec F; un peu au delà se trouve une ligne plus faible, près de laquelle il y en a une qui est double ou mal définie vers ses bords. Enfin, on a entrevu une cinquième ligne brillante dans la partie la plus réfrangible du spectre, probablement peu éloignée de G.

« Le 17 mai, j'observai simultanément ce spectre et les lignes brillantes de l'hydrogène produites par l'étincelle d'induction. La plus brillante ligne du spectre de l'étoile coïncidait avec le centre de la large ligne verte d'hydrogène. La ligne rouge paraissait coïncider aussi avec celle de l'hydrogène, sans qu'il y eût certitude, vu la faiblesse du spectre de l'étoile.

« Ces lignes sont beaucoup plus brillantes que les réfrangibilités correspondantes du spectre continu sur lequel elles tombent. Nous devons en conclure que la température du

gaz, d'où provient la lumière de ces cinq lignes, est notablement plus élevée que celle de la photosphère stellaire d'où émane la principale partie de la lumière de l'étoile.

« Le spectre a été encore examiné le 17, le 19 et le 21, sans qu'aucun changement marquant se soit présenté. Le 21 (où l'étoile ne paraissait plus être que de sixième grandeur), on pouvait voir encore les deux spectres. Quelques groupes additionnels de lignes d'absorption existaient probablement dans le spectre continu, mais le spectre gazeux n'avait changé que par la diminution de sa lumière. L'éclat de la soudaine apparition de cette étoile et le rapide affaiblissement de sa lumière suggèrent l'idée, un peu hardie, que, par suite de quelque grande convulsion intérieure dans cette étoile, il en est sorti un volume considérable d'hydrogène et d'autres gaz. L'hydrogène, par sa combinaison avec d'autres éléments, dont l'oxygène ne paraît pas faire partie, a produit la lumière représentée par les lignes brillantes, et a amené en même temps la matière solide de la photosphère à un point d'échauffement donnant lieu à une vive incandescence.

« La série des lignes obscures du spectre d'absorption est semblable à celle qui caractérise les spectres de α *d'Orion* et de β *de Pégase*, dans l'atmosphère desquelles il n'existe pas d'hydrogène. Plusieurs des étoiles d'éclat variable les plus remarquables ayant une teinte orange, ont des spectres semblables à celui de α d'Orion. D'autre part, toutes les étoiles blanches ou d'un blanc bleuâtre ont des spectres dans lesquels les lignes obscures dues à une absorption par l'hydrogène sont très-prononcées, tandis que toutes les autres lignes sont déliées et faibles. Ces observations, jointes à d'autres que nous avons faites, nous font présumer que l'hydrogène joue probablement un rôle important dans les changements et les différences de constitution physique des étoiles.

« On voit par le groupe de lignes d'absorption de la nou-

velle étoile, que sa couleur serait orange sans la lumière bleu-verdâtre des lignes brillantes. M. Baxendell m'écrivait, sans connaître encore les résultats de l'examen prismatique : J'ai eu le 18, à plusieurs reprises, l'impression d'une nuance bleuâtre, comme si le jaune de l'étoile était vu à travers un nuage de couleur bleue. »

M. Huggins ajoute, sur le même sujet, dans une communication insérée au numéro 1592 des *Astr. Nachrichten*, p. 125 : « Le 17 mai et les soirs suivants, quoique le spectre de l'étoile fût plus faible que le 16, la ligne rouge paraissait un peu plus brillante relativement aux lignes verte et bleue. Le 19 et le 21, les lignes obscures d'absorption voisines de C étaient plus fortes que le 16. Depuis le 16, le spectre continu a plus rapidement diminué d'éclat que le spectre gazeux, de sorte que le 23, à travers la faiblesse générale du spectre, les lignes colorées étaient brillantes par comparaison avec le spectre continu. La position des groupes de lignes obscures fait voir que la lumière de la photosphère est jaune, après avoir passé à travers l'atmosphère absorbante. Cependant, la lumière des lignes brillantes vertes et bleues s'avance un peu vers les rayons verts et bleus (d'autres réfrangibilités) qui ont été interceptés par les vapeurs absorbantes ; et il en résulte que l'étoile paraît à l'œil presque blanche. »

M. Ernest Quetelet a observé cette étoile du 19 mai au 2 juin. D'après une Note qu'il a communiquée le 2 juin à l'Académie de Bruxelles, son éclat a diminué graduellement dans cet intervalle depuis la cinquième jusqu'à la neuvième grandeur, cette diminution ayant été surtout rapide du 20 au 21 mai, où elle a passé du chiffre de grandeur 5 $^1/_2$ au chiffre 7. Or, il se trouve que lors de la construction à Bonn du grand catalogue du ciel boréal de M. Argelander, une étoile de neuvième à dixième grandeur y a été observée précisément à la même place dans le ciel, le 18 mai 1855 et le 31 mars 1856 ; elle est enregistrée sous le numéro 2765 de la zone + 26° du dit catalogue. Il paraît résulter évidemment de là,

que l'étoile de 1866 n'est pas proprement une étoile *nouvelle*, telle qu'il en a paru de temps en temps dans le ciel, mais plutôt une étoile d'éclat *variable*. Sa lumière a paru à M. Quetelet, le 19 mai, plus scintillante que celles des étoiles voisines α, γ, δ, ε de la Couronne ; son éclat avait des variations brusques ; par moments il égalait celui de δ, puis ensuite l'étoile faiblissait sensiblement. MM. Wolff et Rayer ont observé à Paris le spectre de cette étoile, et ils ont conclu des bandes brillantes qui s'y voyaient, que son éclat devait être dû principalement à des vapeurs incandescentes.

M. Stone, premier astronome-adjoint de l'observatoire royal de Greenwich, a publié dans le numéro 8 du t. 26 des *Monthly Notices* (qui correspond à la séance du 8 juin de la Société astronomique et qui a paru le 9 juillet), un compte rendu sommaire des observations de cette étoile faites à Greenwich à partir du 17 mai. Aucun des observateurs n'y a remarqué de traces de nébulosité. Son éclat apparent, estimé suivant le mode adopté par M. Argelander, a diminué depuis le 17 mai, où il était de 4.5, jusqu'au 7 juin où il n'était plus que de 8,9.

Le 19 mai, l'appareil spectral de l'astronome royal M. Airy, par lequel les spectres des étoiles sont rapportés directement aux lignes fixes du spectre solaire, a été établi sur le grand équatorial de l'observatoire. En dirigeant sur la nouvelle étoile variable de la Couronne la lunette de cet instrument, on a vu que le spectre ordinaire était traversé par quatre lignes brillantes. Trois de ces lignes étaient assez distinctes pour qu'on pût mesurer micrométriquement leur position ; celle de la quatrième a été estimée seulement. Ces mesures ont été prises les 19, 20, 22, 23, 24, 28 mai et le 7 juin par MM. Stone et Carpenter, et sont rapportées en détail par le premier de ces astronomes, avec l'autorisation de M. Airy, qui a vu lui-même le 19 mai le spectre de l'étoile. L'opinion des deux observateurs est que la clarté des deux spectres a diminué à très-peu de chose près dans la même proportion.

Dans le même numéro des *Monthly Notices*, M. Chambers, dont l'observatoire particulier est situé à Sydenham, comté de Kent, dit que la nouvelle étoile lui a paru avoir une teinte orange pâle : il n'y a point aperçu de nébulosité, tandis que suivant M. Talmage, elle en aurait eu une le 18 mai de 30 secondes de degré d'étendue.

Sir John Herschel rapporte aussi, dans un extrait de lettre inséré dans le même numéro, avoir observé, dans la nuit du 9 juin 1842, une étoile dont la grandeur était d'environ 6 ½, et dont la position est si voisine de celle de l'étoile actuelle qu'il ne peut s'empêcher de croire que c'est la même.

Enfin M. Graham, astronome actuellement attaché à l'observatoire de Cambridge, a trouvé dans le catalogue de Wollaston pour 1790, une petite étoile dont la position s'accorde de même avec celle de la nouvelle.

L'exposition sommaire que nous venons de faire des observations relatives à la curieuse apparition qui a eu lieu dans le mois de mai de cette année, nous semble très-propre à faire ressortir tout à la fois : d'un côté, la grande variété des phénomènes célestes et tout ce qu'ils présentent souvent encore d'extraordinaire et d'imprévu : de l'autre, l'activité des observateurs, et les moyens divers et puissants qu'ils possèdent maintenant, par suite de la connexion qui existe entre diverses branches de la science, pour déduire promptement de leurs observations des résultats intéressants.

A. G.

Sur le satellite de Sirius.

M. Otto Struve, qui a succédé, il y a quelques années, à son illustre père dans la direction du grand observatoire russe de Poulkova, près de Pétersbourg, a rédigé, en date du 15 avril 1866, une Note intéressante, insérée dans le numéro de mai des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, sur le résultat de ses observations relatives à la très-

petite étoile découverte en Amérique, en 1862, par M. Alvan Clark, tout près de la brillante étoile Sirius. Cette Note fait suite à une autre communication sur ce sujet, adressée en 1864 à la même Société, et résultant d'une première série d'observations, qui laissait encore du doute sur la question de savoir si la petite étoile était ou non physiquement liée à la grande.

M. Struve commence par rapporter la série complète de ses observations, faites en général avec le grand équatorial de son observatoire, dont la lunette a, comme on sait, près de 15 pouces anglais de diamètre, en y adaptant un grossissement linéaire d'environ 300 fois : M. Struve en a exclu celles faites dans un état de l'atmosphère très-défavorable. Ces observations, comprises entre les premiers mois de 1863 et de 1866, sont au nombre de 10, et consistent dans la détermination micrométrique de la distance angulaire apparente des deux étoiles, qui est de 10 à 11 secondes de degré, et de l'angle de position de la petite étoile relativement à la grande, compté à partir de la direction du pôle. D'après des expériences précédentes de M. Struve, faites sur des étoiles doubles artificielles, il a trouvé qu'il fallait effectuer de petites corrections aux angles de position observés. Les deux observations du printemps de 1865 ont été faites par lui à Rome, avec l'excellente lunette achromatique de neuf pouces de diamètre, montée équatorialement, de l'observatoire du Collége Romain, que le Père Secchi avait mise pour cela à sa disposition.

En appliquant la méthode des moindres carrés à l'ensemble de ces observations, M. Struve a trouvé qu'il en résulte que, dans l'intervalle de ces trois années d'observation, la distance du satellite relativement à l'étoile principale a augmenté de 63 centièmes de seconde de degré, et que l'angle de position a diminué de 6°,38.

Or, si la proximité des deux étoiles était simplement optique, la distance relative aurait dû augmenter de plus de

deux secondes et demie, et l'angle de position diminuer de 15 à 16 degrés. Il en résulte donc que les deux astres forment bien un système binaire particulier, lié par voie d'attraction mutuelle.

Il résulte, d'ailleurs, des recherches théoriques sur le même sujet de M. le docteur Auwers, directeur actuel de l'observatoire de Gotha, recherches publiées dans le numéro 1506 des *Astron. Nachrichten*, que pour rendre raison des petites variations de mouvement propre observées par Bessel et par d'autres astronomes dans les positions de Sirius, il fallait admettre un corps perturbateur, dont la distance aurait augmenté de 0″,55 dans le même intervalle de temps, et dont l'angle de position aurait diminué de 5°,31. La grande proximité de ces valeurs, et de celles déduites de l'observation par M. Struve, montre bien que le satellite découvert par M. Clark est réellement le corps perturbateur, que Bessel avait regardé comme un corps obscur.

M. Struve remarque que les variations qu'il a observées dans la distance angulaire des deux astres s'accordent avec la supposition de M. Auwers que leur centre de gravité se trouve à environ le tiers de la distance de Sirius à son satellite.

Il en résulterait, en admettant que le satellite est bien le corps obscur de Bessel, que sa masse serait à peu près la moitié de celle de Sirius lui-même. « Si les deux corps avaient la même constitution physique, ajoute M. Struve, cette relation des masses correspondrait à un diamètre du satellite seulement une fois et un quart plus petit que celui du corps principal; et en considérant l'extraordinaire éclat de la grande étoile, on serait porté à placer le satellite au premier rang de grandeur, tandis qu'il n'est évalué communément par l'observation qu'à la neuvième ou à la dixième grandeur. Au printemps de 1864, je l'ai noté une fois seulement comme étant de huitième grandeur, probablement à cause d'un état de l'atmosphère particulièrement favorable. Il suit de là que, pour maintenir l'identité du satellite avec le corps per-

turbateur, nous devons admettre une grande différence de constitution physique entre Sirius et son satellite. La comparaison de mes observations de 1864 avec celles de 1863 m'avait fait soupçonner que la lumière du satellite croissait graduellement. Les observations récentes n'ont pas confirmé cette conjecture : mais dans notre latitude, l'évaluation de l'éclat d'une étoile aussi basse dépend trop de la condition de l'atmosphère, pour permettre à cet égard une juste appréciation. » A. G.

PHYSIQUE.

E. Becquerel. Pouvoirs thermo-électriques des corps et piles thermo-électriques. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 30 avril 1866.)

M. E. Becquerel avait déjà fait connaître les résultats importants qu'il avait obtenus en étudiant la production des courants thermo-électriques dans diverses combinaisons solides amorphes, et en particulier en faisant usage du protosulfure de cuivre fondu avec lequel il avait réussi à construire des couples thermo-électriques à forte tension [1]. Il a dès lors reconnu que, en soumettant à un recuit qui doit atteindre le rouge sombre et se prolonger plusieurs heures, les barreaux de proto-sulfure de cuivre préparés par une seule fusion, on peut leur donner à peu près le même pouvoir thermo-électrique, et faire ainsi disparaître les différences considérables qui existent souvent entre eux quant à leur force électromotrice. Ces différences provenaient d'une espèce de trempe que les barreaux acquéraient au moment de la solidification.

Cette propriété du proto-sulfure de cuivre fondu de varier de pouvoirs thermo-électriques suivant son degré de recuit, est analogue à celle qu'on a observée depuis longtemps dans les métaux dont le pouvoir thermo-électrique change suivant

[1] *Archives des Sciences phys.* 1865, tome XXIV, p. 339.

qu'ils sont plus ou moins écrouis ou recuits : seulement le changement est ici beaucoup plus grand, puisque les barreaux de sulfure de cuivre ont augmenté d'action dans la proportion de 1 à 10 et même davantage.

On voit donc que des changements en apparence très-faibles dans l'état molécuaire des corps peuvent modifier profondément leurs propriétés thermo-électriques et leurs propriétés physiques en général ; M. E. Becquerel montre par de nouvelles recherches que la même modification résulte de la présence dans ces corps de très-faibles quantités de matières étrangères.

Dans l'étude qu'il vient de faire du pouvoir thermo-électrique des alliages, M. Becquerel a d'abord remarqué que les alliages formés par les substances qui sont très-voisines dans l'échelle du pouvoir thermo-électrique, donnent des effets très-peu différents de ceux des mêmes substances prises isolément : tels sont les alliages de tellure et d'antimoine, de bismuth et de plomb, de cuivre et d'argent, etc. Mais si l'on allie des corps comme l'antimoine et le bismuth, l'antimoine et le zinc, qui occupent des positions pour ainsi dire opposées dans l'échelle des pouvoirs thermo-électriques, le pouvoir électromoteur, loin d'être neutralisé, est augmenté dans un sens ou dans l'autre. Parmi les métaux qui augmentent le pouvoir électro-moteur positif de l'antimoine, on doit placer en tête le cadmium ; le zinc ne vient guère qu'ensuite. Un fait assez remarquable, c'est que le corps qui donne au bismuth le plus grand pouvoir thermo-électrique, est l'antimoine quand il se trouve en petites proportions. Le maximum d'effet est obtenu quand il y a environ en antimoine un dixième du poids du bismuth, c'est-à-dire 9 équivalents de bismuth pour 1 d'antimoine. Cet alliage peut être employé avec avantage pour les piles thermo-électriques à la place du bismuth.

Un tableau joint au mémoire de M. E. Becquerel donne les forces électro-motrices de quelques couples thermo-électriques pour lesquels l'intervalle de température est de 0 à

100 degrés. Il résulte de ce tableau que le couple dont la force électromotrice est la plus considérable est celui de *tellure maillechort*; vient ensuite celui de *sulfure de cuivre maillechort*. Au troisième rang se trouve le couple : *Alliage antimoine* et *cadmium* (équivalents égaux) *Alliage bismuth* (10) et *antimoine* (1): en ajoutant un peu de bismuth (un dixième du poids total) à l'alliage *antimoine* et *cadmium*, on a avec le *maillechort* pour métal négatif, un couple encore puissant quoique un peu moins que le précédent, mais dans lequel l'alliage est moins cassant. Les couples à alliage de cadmium sont éminemment propres à la construction des piles thermo-électriques destinées à l'étude du rayonnement calorifique. M. Becquerel a présenté à l'Académie une de ces piles composée de 30 couples, construite par M. Ruhmkorff: elle donne avec les galvanomètres des effets qui sont six à huit fois plus considérables que ceux que donnent dans les mêmes circonstances les piles thermo-électriques ordinaires bismuth-antimoine d'un même nombre de couples. Sans doute, les piles à couples *tellure maillechort* seraient encore supérieures comme sensibilité, mais le prix élevé du tellure fait qu'on ne peut songer actuellement à son emploi.

H. HELMHOLZ. SUR LE REGEL DE LA GLACE. (*Revue des Cours scientifiques*, 2 Juin 1866[1].)

Heidelberg, 29 mai 1866.

Monsieur,

Vous me demandez si j'ai quelques observations à faire sur les expériences ingénieuses de M. Tyndall. Je vous ferai remarquer que les expériences faites avec les morceaux de glace flottant sur l'eau prouvent que des pressions excessivement petites suffisent pour souder deux morceaux de glace.

[1] Pour la discussion à laquelle fait suite cette lettre adressée au rédacteur de la *Revue des Cours scientifiques*, voyez *Archives*, Février 1866, t. XXV, p. 146.

Les forces qui dans ce cas exercent une pression entre les deux morceaux de glace sont, en partie la différence des poids spécifiques de la glace et de l'eau, en partie les attractions capillaires qui se produisent entre les deux morceaux qui flottent à la surface de l'eau. Il faut de plus remarquer qu'il suffira de ponts de glace beaucoup plus étroits pour retenir ensemble deux morceaux de glace nageant sur l'eau que deux morceaux de glace maintenus dans l'air; dans ce dernier cas, il est, en effet, très-difficile de les équilibrer aussi bien que dans l'eau.

La chaleur rayonnante qui traverse une masse de glace fait fondre de préférence certaines portions déterminées, situées dans l'intérieur de la masse: on pourrait peut-être expliquer ce phénomène en admettant que dans ces positions plusieurs cristaux de glace se sont soudés en produisant ainsi une certaine pression. Si l'on fait regeler l'eau provenant de cette fusion, la pression locale se produit dans l'intérieur de la masse et un nouveau faisceau calorifique fera fondre ces mêmes portions, sans qu'il soit nécessaire qu'elles se trouvent à la surface.

D'après la théorie de M. Tyndall, la chaleur latente devenue libre aux points où deux morceaux de glace se soudent, doit se distribuer sur la glace voisine, et comme dans tous les cas la différence qui existe entre les points de fusion de la glace intérieure et de la glace extérieure est très-petite, il faut que cette chaleur se répande sur une masse de glace relativement considérable, si aucune portion de glace ne doit se fondre. La mauvaise conductibilité de la glace et la différence excessivement petite des températures des points de fusion me forcent à croire que cette explication est invraisemblable, dans les cas où la glace se soude si rapidement sous l'influence d'une forte pression, voire même sous l'influence d'un coup de marteau. J'avoue que jusqu'ici il est impossible de déterminer par un calcul exact le temps nécessaire à la transmission de la chaleur dans cette expérience,

et que par suite la discussion ne peut pas encore être considérée comme terminée. Moi-même, je n'ai donné la préférence à la théorie de M. J. Thomson que parce qu'elle se fonde exclusivement sur des faits connus.

Agréez, etc. H. HELMHOLTZ.

CHIMIE.

H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. SUR LES DENSITÉS DE VAPEUR. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. LXII, p. 1157.)

Les questions relatives à la véritable constitution des vapeurs complexes ont été débattues pendant ces dernières années, sans qu'on puisse dire qu'elles sont aujourd'hui résolues aux yeux de tous les chimistes. Il faut encore en appeler à l'expérience de tous les jugements nécessairement incomplets que les travaux partiels accumulent chaque jour dans la science. C'est donc seulement pour faire une expérience nouvelle que je me suis occupé dernièrement du perchlorure de phosphore qui, à 300 degrés et au-dessus, représente 8 volumes de vapeur d'après M. Cahours.

Si l'on se reporte au beau Mémoire de M. Cahours, publié en 1847 dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. XX), on trouve à la page 373 une Table dont les nombres, parfaitement ordonnés, démontrent de la manière la plus nette une décroissance régulière de la densité de vapeur du perchlorure de phosphore depuis le nombre 5,076, qui la représente à 182 degrés, jusqu'au nombre 3,61, qui la représente à 300 degrés et au-dessus.

On peut admettre deux causes pour expliquer ce phénomène : ou bien le perchlorure de phosphore, comme le soufre[1], comme l'acide carbonique, etc., possède un coefficient

[1] Le soufre entre 440 et 860 degrés environ se comporte exactement comme le ferait l'ozone ; car, depuis la température la moins basse à laquelle on peut supposer qu'on l'obtienne à l'état de pureté

de dilatation décroissant avec la température, ou bien le chlorure de phosphore se décompose partiellement au-dessus de son point d'ébullition en chlore et protochlorure[1], la tension des gaz décomposés augmentant régulièrement avec la température jusqu'à devenir à 300 degrés égale à la pression totale. Alors on a un phénomène de dissociation de la manière la plus évidente.

Les expériences de diffusion observées par MM. Wanklyn et Robinson donnent à la seconde hypothèse un certain degré de probabilité : mais on n'en peut rien conclure relativement à la vraie constitution de la vapeur.

Les observations de M. Wurtz sur le bromhydrate d'amylène rapprochent ce corps du perchlorure de phosphore, comme on peut le voir après la Table publiée par le savant professeur aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (t. LX, p. 729).

Quoi qu'il en soit, rien ne nous permet d'arriver à une solution absolument rigoureuse. On peut admettre que le perchlorure de phosphore et le bromhydrate d'amylène sont comparables au soufre, à l'acide carbonique, et qu'avec un coefficient de dilatation variable ils possèdent 8 volumes de

jusqu'à une température voisine de la température ambiante, sa densité, d'après les travaux de M. Soret, décroîtrait depuis $^3/_2$ 1,1057 jusqu'à 1,057. Dans ce cas, la variation du coefficient de dilatation serait due à un changement dans l'état moléculaire ou l'équilibre calorifique de la matière, et serait comparable à une véritable dissociation avec variation progressive de sa tension. Mais cette comparaison n'a aucune *nécessité* dans l'état actuel de la science, puisqu'on connaît des phénomènes semblables absolument indépendants de l'état de combinaison des éléments, et qui se présentent pour les acides acétique, formique, carbonique, sulfureux, etc., pour le cyanogène et beaucoup d'autres corps dont M. V. Regnault a étudié la dilatation variable avec la température et la pression.

[1] Le chlore et le protochlore de phosphore dégageant, en se combinant, une très-faible quantité de chaleur, d'après les expériences de M. Favre, on en conclut l'instabilité du perchlorure et sa facilité à se résoudre en ses deux éléments, chlore et protochlore.

vapeur, quoique aux températures de l'observation leur température de dissociation soit sensible. Ils seraient alors dans le même cas que l'eau, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, etc., dont la vapeur représente 2 volumes, même à une température où leur décomposition partielle est démontrée par l'expérience.

Voici l'expérience à laquelle j'ai eu recours pour vider la question. J'ai chauffé dans deux tubes de verre incolores, égaux et parallèles, plongés dans un bain d'huile, d'une part un mélange d'air et de chlore à volumes égaux, de l'autre du perchlorure de phosphore. Les tubes étaient fermés à leurs extrémités, sortant très-peu du bain d'huile, par deux faces planes et parallèles auxquelles on avait ménagé une très-petite ouverture qui permît aux gaz dilatés de sortir, et au travers desquelles on pouvait examiner la couche de vapeur sous une épaisseur de $0^m,30$ à $0^m,40$. D'après toutes les analogies, la vapeur de perchlorure de phosphore doit être incolore : si, à un certain moment, elle devient jaune verdâtre, c'est qu'elle contient du chlore libre. Et à la température où les deux tubes voisins possèdent une couleur jaune d'une égale intensité, la décomposition du perchlorure de phosphore est complète.

Des difficultés auxquelles je m'attendais m'ont empêché de donner dès aujourd'hui à cette expérience les conditions de précision nécessaires à la détermination de nombres exacts : mais qualitativement elle réussit à merveille, et l'on voit la couleur du chlore se développer au fur et à mesure que la température augmente, de manière à ne laisser aucun doute sur le résultat que je désirais obtenir. *Si la vapeur de perchlorure de phosphore est incolore*, on doit admettre que ce corps est alors en pleine dissolution, et on doit conclure de la Table de M. Cahours les tensions de dissociation pour toutes les températures auxquelles il a opéré successivement. Dans ce cas, le perchlorure de phosphore peut être considéré comme représentant 4 volumes de vapeur.

L'argument tiré par M. Wurtz de l'analogie du bromhydrate d'amylène avec le chlorhydrate correspondant qui représente 4 volumes me semble aussi fort légitime, et alors la dissociation du bromhydrate d'amylène est la seule cause pour laquelle sa densité, représentant 4 volumes à l'origine de sa formation, décroît avec la température.

On voit combien il faut être prudent dans toutes les conclusions qu'on tire de pareilles expériences. Une des nécessités de notre époque scientifique, c'est la rigueur. Les raisonnements peu rigoureux sont très-dangereux dans les sciences dont le progrès de tous les jours tend à les rapprocher des parties de la physique dont les résultats obéissent au calcul. C'est pourquoi je demande à l'Académie la permission d'aller lentement dans la voie que mes expériences ont tracé et dans laquelle il me serait si agréable de marcher vite.

Je tiens pourtant à faire voir ici l'importance de l'observation de tous les phénomènes physiques, même la couleur, qui ne se rattache à rien dans nos théories. Voici une autre circonstance où elle permet de mettre en évidence la dissociation ou la décomposition partielle de l'iodure de mercure, composé des plus stables et perdant par conséquent, au moment de sa formation, une grande partie de la chaleur de constitution de ses deux éléments.

Si on chauffe dans un petit ballon ou une cornue de l'iodure de mercure bien pur et volatil sans résidu, l'iodure change de couleur, fond, se volatilise et produit une vapeur incolore qui se condense en une liqueur brune. Si avec une lampe à gaz on continue à chauffer le ballon ou la cornue, à un certain moment des vapeurs violettes se forment au contact du vase, tourbillonnent parallèlement à sa surface sous une forme de fumées qui disparaissent au milieu, c'est-à-dire dans l'endroit le moins chaud de l'espace où l'iodure et le mercure se recombinent. A cette température, un mélange d'iode et d'air à volumes égaux présente une coloration bien plus intense que la vapeur chauffée d'iodure de mercure, ce

qui prouve que ce corps est dissocié et non décomposé[1]. C'est une expérience de cours des plus élégantes et que je recommande d'autant plus volontiers que. l'air n'exerçant aucune action sur l'iodure de mercure, la conclusion est à l'abri de toute objection.

Je ferai remarquer. à cet égard, que l'iodure de mercure représente 4 volumes ; que l'eau. l'acide carbonique, l'ammoniaque. etc.. en représentent 2 ou 4 à volonté ; que tous ces corps sont soumis à la loi de décomposition successive ou dissociation : par suite, ce phénomène ne peut être employé d'une manière exclusive comme argument contre l'existence de la condensation en 8 volumes des éléments d'une combinaison.

Dans une prochaine séance, je donnerai la suite de mes expériences sur l'iodure de mercure et ses analogues.

W. SCHMID. ZERSETZUNG DES IODBLEIS.... DÉCOMPOSITION DE L'IODURE DE PLOMB PAR LA LUMIÈRE. (*Poggend. Annalen.* t. CXXVII. p. 493, et *Zeitschrift für Chemie*, 1866, p. 317.)

A l'instigation de M. Schönbein, l'auteur a étudié l'action de la lumière sur un papier enduit d'iodure de plomb et d'empois d'amidon. Voici les résultats auxquels il est arrivé :

1° L'iodure de plomb sec n'est jamais décomposé par la lu-

[1] C'est un argument en faveur de l'opinion qui assigne au chlorhydrate d'ammoniaque les 8 volumes que donne constamment l'expérience entre 350 et 1040 degrés. Car, si le seul ammoniac se décompose à haute température, ce qui est certain, il ne doit se décomposer que d'une manière insensible à 350 degrés, température tellement voisine de son point d'ébullition, qu'elle en diffère à peine de quelques degrés. Dans aucun cas, on ne pourrait assimiler le sel ammoniac au bromhydrate d'amylène ; car pour celui-ci il existe aux environs du point d'ébullition un intervalle de 40 degrés pendant lequel la densité donne 4 volumes. Mon raisonnement, qui s'applique, au cyanhydrate d'ammoniaque et aux composés du même ordre, n'est encore fondé que sur l'analogie et ne présente pas le caractère de *nécessité* que nous devons toujours désirer. Quand on admet la décomposition subite du sel ammoniac en ses éléments au moment de sa volatilisation, on fait une hypothèse gratuite.

mière. 2° L'iodure maintenu constamment humide est décomposé. 3° Le contact de l'air est nécessaire pour que cette décomposition ait lieu ; l'iodure de plomb additionné d'empois ou de teinture alcoolique de gaïac demeure inaltéré dans le vide, tandis que la rentrée de l'air amène bientôt la coloration en bleu de la substance. 4° L'iodure de plomb pur, humide, se décompose avec le temps, en quantité appréciable ; il perd alors de l'iode, prend une couleur plus claire et donne naissance à du peroxyde ou à du carbonate. 5° L'empois peut être remplacé par toute autre substance ayant de la tendance à s'unir à l'iode. 6° Un mélange d'iodure et d'empois demeure inaltéré à la lumière diffuse, tandis qu'il se colore instantanément en bleu foncé à la lumière du soleil. Le chlorure de plomb ne subit en aucun cas de décomposition sous l'influence de la lumière. M. D.

Professeur RAMMELSBERG. SUR L'ACIDE CHROMIQUE CRISTALLISÉ. (*Poggend. Annalen*, t. CXXVII, p. 492, ou *Zeitschrift für Chemie*, 1866, p. 317.)

Au point de vue des spéculations actuelles de la chimie organique, l'existence à l'état anhydre de plusieurs acides tels que AzO^5, CrO^3, etc., n'est pas indifférente. En ce qui concerne le premier, la préparation qu'en a faite M. Deville, il y a quelques années déjà, rend tous les doutes impossibles ; mais il n'en est pas de même à l'égard de l'acide chromique cristallisé, lequel renfermerait d'après MM. Pelouze, Fremy et M. Naquet, un atome d'eau qu'il perd en même temps qu'il se décompose par la chaleur, en oxygène et oxyde de chrôme ; toutefois aucun de ces trois chimistes ne paraît avoir fait d'analyses à ce sujet. M. Rammelsberg a entrepris quelques recherches, desquelles il résulte que l'acide chromique en cristaux est anhydre et renferme seulement, en mélange, quelques centièmes d'acide sulfurique SO^3,HO, qu'il entraîne toujours et retient interposé quand ses cristaux se déposent.

M. D.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1866.

Le 1er brouillard le matin, à 6 heures.

3, éclairs toute la soirée au NO et à l'Est.

5, forte rosée le matin.

8, dans la soirée éclairs à l'Est.

9, éclairs au sud dans la soirée.

10, rosée le matin ; éclairs au SE et au NE dans la soirée.

11, tonnerres au SE de 1 h. à 1 h. 20 m. ; halo solaire partiel de 2 h. 30 m. à 2 h. 45 m.

12, éclairs à l'Est dans la soirée.

16, forte rosée ; beau halo solaire de 9 h. 20 m. à 2 h. 30 m.

18, beau halo solaire de midi à 3 h. 30 m.

19, rosée le matin ; éclairs à l'Ouest, de 8 h. 30 m. à 10 h. ; éclairs et tonnerres de 10 h. 10 m. à 11 h. du soir, l'orage passe du Sud au Nord, à l'Est de l'observatoire ; forte averse un peu après 11 h.

20, halo solaire de 6 h. 40 m. à midi.

21, rosée le matin, couronne lunaire dans la soirée.

23, quelques coups de tonnerre à l'Ouest, de 4 h. 20 m. à 4 h. 30 m.

24, rosée le matin ; éclairs et tonnerres de 1 h. 45 m. à 4 h. 15 m. ; dans la soirée éclairs continuels au SSO, un orage éclate plus tard dans la nuit.

25, de 6 h. 30 m. à 7 h. du matin, on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire ; quelques coups de tonnerre au SSO entre 1 h. 45 m. et 2 h. ; éclairs dans la soirée.

26, faible rosée le matin ; éclairs et tonnerres de 8 h. 20 m. à 8 h. 40 m. du soir.

27, faible rosée le matin ; éclairs et tonnerres au SO, de 4 h. 5 m. à 4 h. 45 m. ; halo lunaire toute la soirée.

28, éclairs et tonnerres de 8 h. à 9 h. 30 m. du soir.

29, de 1 h. 20 m. à 4 h. 30 m. de l'après-midi, succession d'orages accompagnés d'éclairs et tonnerres, le premier éclate de 1 h. 20 m. à 2 h. 20 m., en suivant la direction du Sud au Nord, à 2 h. forte averse mêlée de grêlons ; les deux suivants éclatent successivement à 2 h. 45 m. et 3 h. 30 m. et suivent la direction de l'Ouest au NE, le dernier éclate à 4 h. et suit la direction du Sud au Nord.

30, tonnerres au SO de 5 h. à 5 h. 20 m. de l'après-midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 8 h. matin...	725,36
10 à 8 h. matin...	731,60
15 à 10 h. matin...	730,17
20 à 8 h. matin...	731,04
23 à 10 h. matin...	729,24
29 à 4 h. après-m..	728,48

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 6 h. soir.....	722,21
12 à 6 h. soir....	721,72
17 à 6 h. matin....	720,03
21 à 7 h. soir.....	725,14
25 à 6 h. soir.....	723,47

GENÈVE. — JUIN 1866.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		pouces
1	722,04	— 3,78	+15,77	+0,65	+10,6	+22,0	9,49	+0,56	724	+ 4	470	970	...	..	SSO. 1	0,66	13,4	+ 0,8	46,0
2	724,85	— 1,03	+16,66	+1,41	+12,4	+23,1	10,85	+1,85	777	+ 58	530	920	0,2	1	variable	0,62	13,9	+ 1,2	46,5
3	723,50	— 2,44	+18,71	+3,34	+10,3	+25,7	10,77	+1,71	679	— 40	400	880	...	..	N. 1	0,32	...	....	47,0
4	727,16	+ 1,16	+13,40	—2,09	+11,5	+19,5	9,44	+0,31	834	+115	600	900	8,4	6	SSO. 1	0,89	14,9	+ 1,9	47,7
5	729,32	+ 3,26	+14,69	—0,92	+ 8,0	+20,8	8,64	—0,55	703	— 15	490	910	...	..	N. 1	0,37	12,0	— 1,1	48,5
6	729,59	+ 3,47	+15,73	0,00	+ 9,4	+20,3	9,51	+0,26	720	+ 2	510	880	...	..	N. 2	0,29	13,8	+ 0,6	49,0
7	729,56	+ 3,38	+16,58	+0,73	+10,9	+20,7	10,15	+0,84	720	+ 3	580	800	...	..	NNE. 2	0,11	15,0	+ 1,7	50,0
8	730,50	+ 4,26	+17,43	+1,46	+12,2	+21,1	10,60	+1,23	715	— 1	590	810	..	..	N. 1	0,04	16,5	+ 3,0	50,0
9	730,62	+ 4,32	+18,11	+2,02	+12,0	+24,1	11,44	+2,01	736	+ 21	470	900	...	..	N. 1	0,16	16,8	+ 3,2	50,5
10	730,85	+ 4,50	+20,09	+3,89	+12,4	+25,7	13,49	+4,00	762	+ 48	590	900	...	..	N. 1	0,22	...	....	50,5
11	729,84	+ 3,43	+21,62	+5,31	+14,2	+29,1	13,50	+3,95	702	— 12	530	880	...	..	N. 1	0,39	17,6	+ 3,8	50,8
12	724,48	— 1,98	+22,88	+6,46	+14,2	+29,0	12,08	+2,47	592	—121	320	830	...	..	SSO. 2	0,26	18,9	+ 4,9	52,0
13	725,29	— 1,23	+16,48	—0,05	+13,9	+22,3	12,38	+2,72	896	+184	700	900	8,0	7	SSO. 1	0,98	18,8	+ 4,7	53,5
14	726,99	+ 0,42	+14,85	—1,79	+12,9	+18,5	11,19	+1,48	895	+184	690	990	6,6	4	variable	0,97	13,5	— 0,7	54,2
15	729,68	+ 3,05	+14,83	—1,91	+11,2	+19,1	9,41	—0,35	766	+ 56	540	940	...	..	N. 1	0,53	14,2	— 0,1	54,7
16	725,94	— 0,75	+16,37	—0,47	+ 9,0	+21,3	9,33	—0,48	672	— 37	510	900	...	..	SO. 2	0,73	16,4	+ 2,0	55,8
17	722,82	— 3,92	+13,58	—3,36	+10,6	+17,8	6,85	—3,01	615	— 93	400	800	3,1	3	SO. 2	0,67	...	....	57,0
18	725,54	— 1,26	+14,45	—2,59	+ 5,5	+21,0	6,48	—3,42	543	—164	360	780	...	..	SSO. 1	0,09	11,7	— 3,0	57,0
19	727,11	+ 0,25	+18,14	+1,00	+ 7,6	+24,5	8,33	—1,62	546	—160	330	790	1,8	1	SO. 2	0,48	10,7	— 4,1	57,0
20	730,36	+ 3,45	+17,66	+0,43	+13,1	+23,5	11,46	+1,47	773	+ 68	500	960	..	..	N. 1	0,30	13,1	— 1,8	57,0
21	727,49	+ 0,53	+19,31	+1,99	+12,0	+25,1	10,96	+0,93	670	— 34	400	860	...	..	N. 1	0,07	16,0	+ 1,0	57,0
22	727,03	+ 0,02	+22,65	+5,24	+14,1	+29,0	11,72	+1,65	584	—119	320	720	...	..	SSO. 1	0,36	17,6	+ 2,4	57,0
23	728,72	+ 1,66	+20,55	+3,05	+17,1	+27,5	13,45	+3,34	763	+ 61	510	880	...	..	N. 1	0,54	16,0	+ 0,7	57,5
24	727,98	+ 0,87	+20,82	+3,24	+14,8	+26,9	13,78	+3,63	753	+ 52	540	860	...	..	N. 1	0,38	...	....	58,5
25	725,22	— 1,94	+20,68	+3,02	+17,0	+25,1	13,03	+2,84	736	+ 37	520	850	0,3	1	NNE. 1	0,52	20,0	+ 4,5	58,7
26	724,65	— 2,56	+19,88	+2,14	+15,0	+25,5	12,94	+2,71	751	+ 53	560	830	0,9	1	N. 1	0,56	20,8	+ 5,2	59,5
27	726,21	— 1,05	+20,35	+2,54	+15,6	+26,1	13,77	+3,50	772	+ 75	570	850	2,2	2	variable	0,73	20,7	+ 5,0	60,0
28	726,59	— 0,71	+22,12	+4,24	+16,1	+28,1	13,26	+2,96	687	— 9	420	910	...	..	N. 1	0,39	20,8	+ 5,0	62,0
29	727,07	— 0,27	+19,15	+1,20	+15,9	+29,0	11,79	+1,46	746	+ 51	400	920	6,5	3	variable	0,63	20,9	+ 4,9	62,5
30	727,21	— 0,17	+19,15	+1,13	+14,7	+25,3	13,07	+2,71	794	+100	570	920	5,3	2	SO. 1	0,86	20,7	+ 4,6	63,0

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,01	728,33	728,17	727,78	727,39	727,11	727,17	727,63	728,27
2e «	727,02	727,24	727,06	726,82	726,49	726,26	726,10	726,42	726,83
3e «	727,19	727,50	727,34	726,84	726,22	726,06	725,93	726,25	726,73
Mois	727,41	727,69	727,52	727,15	726,70	726,48	726,40	726,77	727,28
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+13,49	+15,99	+18,02	+19,57	+20,45	+20,74	+19,84	+17,83	+16,06
2e «	+13,78	+16,63	+18,83	+20,70	+21,33	+20,66	+19,54	+17,69	+16,02
3e «	+17,39	+19,88	+22,44	+24,31	+24,88	+24,04	+22,90	+20,64	+18,68
Mois	+14,89	+17,50	+19,76	+21,53	+22,22	+21,81	+20,76	+18,72	+16,92
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,85	10,20	10,94	10,33	10,40	10,21	10,64	11,02	10,71
2e «	10,45	10,73	10,41	10,27	9,62	9,68	10,07	10,14	9,89
3e «	12,31	13,17	13,72	12,53	12,64	12,44	12,67	12,86	13,05
Mois	10,87	11,37	11,69	11,04	10,89	10,78	11,13	11,34	11,22
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	856	759	709	612	586	559	614	718	783
2e «	877	751	633	558	512	536	595	673	729
3e «	831	762	685	560	543	565	622	715	811
Mois	855	757	676	577	547	553	610	702	774

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	p.
1re décade	+10,97	+22,30	0,37	14,54	8,6	48,57
2e «	+11,22	+22,61	0,54	14,99	19,5	54,90
3e «	+15,23	+26,76	0,50	19,28	15,2	59,57
Mois	+12,47	+23,89	0,47	16,33	43,3	54,35

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,22 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 61,3 O. et son intensité est égale à 24,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1866.

Le 1er brouillard le matin et le soir.
2, brouillard le matin.
5, brouillard le soir.
6, brouillard le matin et le soir
7, id. id.
13, brouillard le matin.
14, brouillard dans la matinée.
15, brouillard jusqu'à 6 heures du soir.
17, brouillard le soir.
24, vers les 6 heures du soir, faible orage accompagné de plusieurs coups de tonnerre.
27, brouillard dans la matinée.
30, brouillard depuis 2 heures de l'après-midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	567,64	Le 4 à 8 h. matin...	565,16
10 à 10 h. soir	572,96	13 à 8 h. matin ..	566,36
15 à 8 h. soir	567,90	17 à 10 h. matin. .	560,21
20 à 10 h. soir	570,84	21 à 6 h. soir.....	569,28
23 à 10 h. soir	571,80	26 à 6 h. matin...	566,46
28 à 10 h. soir	571,78		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum *	Température C. Maximum *	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	563,89	— 1,36	562,23	565,17	— 0,06	— 2,50	— 1,7	+ 2,0	.....	.....	.....	SO. 1	1,00
2	566,50	+ 1,15	565,54	567,08	+ 2,10	— 0,46	+ 0,4	+ 4,1	.....	.....	.....	SO. 1	0,99
3	567,31	+ 1,86	566,91	567,64	+ 4,41	+ 1,73	+ 2,9	+ 6,6	.....	.....	.....	SO. 2	0,61
4	566,17	+ 0,62	565,16	567,27	+ 1,72	— 1,08	0,0	+ 4,5	.....	16,0	8	variable	0,86
5	567,77	+ 2,11	567,18	568,48	+ 2,78	— 0,14	+ 0,7	+10,2	.....	.....	.....	variable	0,81
6	568,34	+ 2,58	567,94	568,76	+ 3,50	+ 0,46	+ 0,4	+ 7,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,70
7	569,33	+ 3,47	568,52	570,14	+ 5,38	+ 2,22	+ 1,4	+10,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,49
8	570,70	+ 4,75	569,89	571,36	+ 6,65	+ 3,38	+ 2,5	+11,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,22
9	571,61	+ 5,56	570,90	572,47	+ 6,77	+ 3,39	+ 3,9	+11,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,59
10	572,52	+ 6,37	571,94	572,96	+ 8,12	+ 4,63	+ 4,9	+13,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,41
11	571,78	+ 5,53	571,15	572,39	+ 8,06	+ 4,47	+ 5,6	+11,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,54
12	568,55	+ 2,21	567,65	569,40	+ 8,61	+ 4,91	+ 5,3	+12,1	.....	.....	.....	SO. 1	0,33
13	566,75	+ 0,32	566,36	567,32	+ 5,01	+ 1,20	+ 3,7	+ 8,9	.....	12,7	10	SO. 1	1,00
14	567,06	+ 0,54	566,82	567,37	+ 3,44	— 0,47	+ 3,4	+ 5,1	.....	4,6	4	SO. 1	0,96
15	567,35	+ 0,74	566,72	567,90	+ 1,31	— 2,70	0,0	+ 5,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,79
16	565,22	— 1,48	564,38	566,02	+ 4,24	+ 0,13	— 0,8	+10,3	.....	.....	.....	NE. 1	0,56
17	561,18	— 5,61	560,21	562,29	+ 0,15	— 4,06	— 4,7	+ 5,3	.....	.....	.....	NE. 2	0,99
18	564,20	— 2,68	562,37	565,89	+ 2,75	— 1,55	— 6,4	+ 7,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,00
19	568,20	+ 1,23	566,64	569,78	+ 4,81	+ 0,42	+ 0,1	+ 8,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,48
20	570,53	+ 3,48	569,85	570,84	+ 7,28	+ 2,80	+ 4,0	+12,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,50
21	569,85	+ 2,72	569,28	570,26	+ 7,76	+ 3,19	+ 5,2	+13,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,38
22	570,28	+ 3,07	569,61	570,94	+ 8,11	+ 3,45	+ 5,2	+12,2	.....	.....	.....	variable	0,49
23	571,43	+ 4,14	570,90	571,80	+ 9,03	+ 4,29	+ 6,5	+13,8	.....	....	.....	NE. 1	0,62
24	570,66	+ 3,29	570,32	571,00	+ 9,52	+ 4,70	+ 6,5	+15,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,29
25	567,85	+ 0,40	567,17	568,67	+ 7,03	+ 2,13	+ 4,9	+11,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,89
26	567,19	— 0,33	566,46	567,96	+ 6,91	+ 1,94	+ 3,9	+10,5	.....	.....	.....	variable	0,57
27	568,96	+ 1,37	567,91	570,02	+ 6,17	+ 1,12	+ 4,8	+11,2	.....	4,2	4	calme	0,80
28	571,08	+ 3,42	570,26	571,78	+ 8,28	+ 3,16	+ 6,4	+11,3	.....	8,8	6	SO. 1	0,48
29	570,25	+ 2,52	570,00	570,62	+ 6,21	+ 1,02	+ 5,0	+10,0	.....	9,4	4	SO. 1	0,79
30	568,27	+ 0,47	567,65	568,97	+ 5,96	+ 0,70	+ 3,9	+ 9,1	.....	4,8	2	NE. 1	0,99

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	567,68	567,99	568,22	568,39	568,46	568,50	568,57	568,87	569,13
2 «	566,82	566,89	566,99	567,12	567,15	567,05	567,03	567,30	567,48
3 «	569,41	569,56	569,66	569,76	569,62	569,44	569,48	569,61	569,79
Mois	567,97	568,15	568,29	568,43	568,41	568,33	568,36	568,59	568,80
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 1,79	+ 3,60	+ 4,98	+ 6,74	+ 7,89	+ 7,24	+ 5,27	+ 3,59	+ 3,17
2e «	+ 2,11	+ 5,29	+ 5,97	+ 7,34	+ 7,28	+ 7,99	+ 5,26	+ 3,58	+ 3,31
3e «	+ 5,67	+ 7,21	+ 9,18	+10,31	+10,67	+11,41	+ 7,55	+ 6,49	+ 6,03
Mois	+ 3,19	+ 5,37	+ 6,71	+ 8,13	+ 8,61	+ 8,88	+ 6,03	+ 4,55	+ 4,17

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 1,54	+ 8,20	0,67	16,0	—
2e «	+ 1,02	+ 8,80	0,61	17,3	—
3e «	+ 5,23	+11,84	0,63	27,2	—
Mois	+ 2,60	+ 9,61	0,64	60,5	—

Dans ce mois, l'air a été calme 37 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,43 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 11,9 sur 100.

* Voir la note du tableau.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1865

POUR GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR

Professeur

Les observations météorologiques ont été poursuivies pendant l'année 1865 suivant le même plan que les années précédentes ; c'est également sous la même forme que j'en présenterai les résultats principaux, comme dans les résumés antérieurs.

Température.

Les tableaux suivants renferment pour Genève et le Saint-Bernard les moyennes mensuelles de la température observée aux heures paires ; pour minuit, 14 heures et 16 heures, la température a été obtenue par interpolation. A la suite de chaque tableau se trouvent les formules de la variation diurne de la température, calculées d'après ces données.

GENÈVE 1865.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
Déc. 1864.	− 0,32	+ 0,10	− 0,31	− 0,65	− 0,94	− 1,11	− 1,23	− 1,36	− 1,50	− 1,63	− 1,57	− 0,97	− 0,96	− 2,33	+ 0,75
Janv. 1865	+ 4,44	4,82	+ 4,11	+ 2,88	+ 2,35	+ 2,16	+ 1,95	+ 1,66	+ 1,28	+ 1,00	+ 1,35	+ 2,86	+ 2,57	− 0,36	6,32
Février . .	1,68	2,53	2,15	1,03	0,57	0,01	− 0,35	− 0,77	− 1,17	− 1,40	− 1,23	0,29	0,28	− 2,70	3,60
Mars . . .	2,94	3,33	2,98	2,00	1,17	0,52	+ 0,09	− 0,42	− 0,87	− 0,69	+ 0,22	1,73	1,08	− 1,69	4,54
Avril . . .	16,77	17,93	17,94	16,45	13,84	11,80	10,19	+ 8,32	+ 6,74	+ 7,31	11,48	14,66	12,79	+ 6,34	19,36
Mai	18,86	20,17	20,16	18,76	16,41	14,78	13,33	11,93	11,30	12,62	15,45	17,84	15,98	10,55	22,11
Juin. . . .	21,24	22,29	22,45	21,26	18,71	16,83	15,07	13,27	12,47	13,93	17,28	19,51	17,86	11,41	23,91
Juillet. . .	23,07	24,06	23,96	23,25	20,87	19,07	17,35	15,52	14,65	15,96	19,58	21,31	19,89	13,97	25,87
Août . . .	20,41	21,18	20,93	19,65	17,45	15,99	15,05	14,31	13,84	14,58	16,88	19,04	17,44	13,48	22,80
Septembre	20,46	22,06	22,20	20,58	17,63	15,10	13,52	12,05	10,58	10,71	15,16	18,49	16,56	10,31	23,24
Octobre . .	13,82	14,63	13,93	12,15	10,87	10,01	9,24	8,29	7,53	7,95	9,38	12,25	10,83	6,90	15,53
Novembre	8,09	8,61	7,87	6,88	5,94	5,67	5,48	5,32	4,98	4,88	5,23	7,01	6,33	3,30	9,47
Hiver . . .	1,94	2,48	1,98	1,09	0,66	0,37	0,14	− 0,14	− 0,44	− 0,65	− 0,46	0,74	0,64	− 1,77	3,56
Printemps	12,81	13,77	13,65	12,36	10,44	9,04	7,85	+ 6,59	+ 5,71	+ 6,40	+ 9,02	11,38	9,92	+ 5,05	15,29
Été	21,58	22,51	22,45	21,39	19,01	17,30	15,83	14,38	13,67	14,83	17,92	19,96	18,40	12,97	24,20
Automne .	14,12	15,09	14,66	13,19	11,47	10,26	9,41	8,55	7,69	7,85	9,91	12,58	11,24	6,84	16,07
Année . .	+ 12,67	+ 13,52	+ 13,24	+ 12,07	+ 10,45	+ 9,28	+ 8,35	+ 7,38	+ 6,69	+ 7,15	+ 9,15	+ 11,22	+ 10,10	+ 5,81	+ 14,84

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1865.

	$t =$	$+\ \dots$ sin (μ +	$\dots$)	$+\ \dots$ sin (2μ +	$\dots$)	$+\ \dots$ sin (3μ +	$\dots$)
Décembre 1864	− 0,96	0,69	38,3	0,29	42,8	0,07	42,3
Janvier 1865 . .	+ 2,57	1,55	46,5	0,77	53,5	0,15	48,5
Février	0,28	1,70	35,1	0,62	44,3	0,13	38,7
Mars	1,08	1,97	46,5	0,47	65,1	0,03	206,6
Avril	12,79	5,42	42,2	0,73	97,1	0,52	218,0
Mai	15,98	4,33	48,8	0,26	114,6	0,41	245,3
Juin	17,86	4,82	45,3	0,37	135,0	0,42	245,9
Juillet	19,89	4,55	44,3	0,46	143,9	0,42	241,6
Août	17,44	3,66	51,8	0,34	66,2	0,27	219,8
Septembre . . .	16,56	5,69	42,8	0,57	77,1	0,60	206,9
Octobre.	10,83	3,26	47,9	0,83	70,3	0,05	248,2
Novembre . . .	6,33	1,64	51,7	0,66	50,9	0,07	90,0
Hiver	0,64	1,30	40,3	0,56	48,3	0,11	45,0
Printemps . . .	9,92	3,88	45,1	0,48	92,4	0,32	233,8
Été	18,40	4,34	46,8	0,34	120,4	0,37	240,6
Automne	11,24	3,53	45,5	0,69	68,4	0,22	212,0

Année . . . . . $t = +10,10 + 3,27 \sin(\mu + 45,3) + 0.47 \sin(2\mu + 77,0) + 0.20 \sin(3\mu + 232.2)$

SAINT-BERNARD 1865.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1865	− 6,51	− 5,98	− 6,97	− 7,75	− 7,98	− 7,97	− 7,97	− 8,16	− 8,29	− 8,35	− 8,17	− 7,35	− 7,62
Janvier 1865 . .	− 7,20	− 6,52	− 8,04	− 8,63	− 8,83	− 8,92	− 9,03	− 9,23	− 9,11	− 9,06	− 8,93	− 8,35	− 8,48
Février	− 9,22	− 9,32	− 10,32	− 11,87	− 12,03	− 12,33	− 12,40	− 12,52	− 12,58	− 12,46	− 11,93	− 10,37	− 11,45
Mars	− 10,25	− 9,57	− 10,85	− 12,70	− 13,32	− 13,54	− 13,47	− 13,66	− 13,81	− 13,74	− 12,67	− 11,26	− 12,40
Avril	+ 3,13	+ 3,30	+ 3,00	+ 1,33	− 0,13	− 0,42	− 0,96	− 1,89	− 2,65	− 2,04	− 0,12	+ 2,04	+ 0,38
Mai	+ 4,95	+ 5,56	+ 5,04	+ 4,05	+ 2,55	+ 2,19	+ 1,70	+ 1,16	+ 0,96	+ 1,50	+ 3,03	+ 3,76	+ 3,04
Juin	+ 7,87	+ 7,92	+ 7,49	+ 6,20	+ 4,19	+ 3,83	+ 3,35	+ 2,45	+ 1,97	+ 3,13	+ 5,62	+ 6,85	+ 5,07
Juillet	+ 10,40	+ 10,52	+ 9,84	+ 8,93	+ 7,59	+ 7,27	+ 6,76	+ 5,90	+ 5,28	+ 6,41	+ 8,08	+ 9,93	+ 8,05
Août	+ 7,77	+ 8,21	+ 7,81	+ 6,96	+ 5,96	+ 5,56	+ 5,25	+ 4,61	+ 4,21	+ 4,87	+ 6,21	+ 7,37	+ 6,23
Septembre . . .	+ 9,91	+ 10,01	+ 9,10	+ 7,76	+ 7,08	+ 6,50	+ 6,25	+ 5,50	+ 4,80	+ 4,91	+ 7,48	+ 8,73	+ 7,35
Octobre	+ 0,52	+ 0,89	+ 0,52	− 0,80	− 1,07	− 1,18	− 1,27	− 1,77	− 2,27	− 2,29	− 1,59	− 0,29	− 0,88
Novembre . . .	− 1,93	− 2,21	− 3,50	− 3,98	− 3,95	− 4,12	− 4,23	− 4,25	− 4,26	− 4,27	− 4,16	− 2,80	− 3,64
Hiver	− 7,59	− 7,21	− 8,38	− 9,34	− 9,53	− 9,65	− 9,71	− 9,88	− 9,91	− 9,87	− 9,60	− 8,63	− 9,11
Printemps . . .	− 0,77	− 0,28	− 0,98	− 2,48	− 3,67	− 3,96	− 4,28	− 4,83	− 5,19	− 4,79	− 3,29	− 1,86	− 3,03
Été	+ 8,69	+ 8,89	+ 8,39	+ 7,38	+ 5,93	+ 5,57	+ 5,14	+ 4,34	+ 3,84	+ 4,72	+ 6,65	+ 8,06	+ 6,47
Automne	+ 2,81	+ 2,87	+ 2,02	+ 0,97	+ 0,67	+ 0,38	+ 0,23	− 0,19	− 0,60	− 0,57	+ 0,55	+ 1,86	+ 0,92
Année	+ 0,82	+ 1,11	+ 0,31	− 0,83	− 1,61	− 1,88	− 2,12	− 2,61	− 2,93	− 2,59	− 1,38	− 0,10	− 1,15

Formules de la variation diurne de la température du Saint-Bernard, pendant l'année 1865.

Décembre 1864	t = – 7°,62	+0°,86 sin (μ	+58°,6)	+0°,53 sin (2 μ	+ 55°,0)	+ 0°,17 sin (3 μ	+ 17°,4)
Janvier 1865 . .	– 8,48	0,95	63,4	0,52	54,0	0,29	23,1
Février	–11,45	1,56	70,7	0,71	66,7	0,17	50,8
Mars	–12,40	1,86	69,9	0,78	56,2	0,13	347,0
Avril	+ 0,38	2,77	54,9	0,70	85,1	0,25	248,6
Mai	+ 3,04	2,14	56,8	0,32	55,3	0,19	279,0
Juin	+ 5,07	2,87	63,2	0,46	101,3	0,41	255,3
Juillet	+ 8,05	2,41	59,7	0,61	108,2	0,26	237,2
Août	+ 6,23	1,81	57,3	0,33	96,0	0,22	255,6
Septembre . . .	+ 7,35	2,31	58,7	0,75	91,9	0,16	232,4
Octobre	– 0,88	1,32	49,1	0,60	68,2	0,08	310,9
Novembre . . .	– 3,64	0,95	74,0	0,58	80,1	0,27	74,9
Hiver	– 9,11	1,10	65,6	0,57	59,4	0,22	30,5
Printemps . . .	– 3,03	2,24	59,4	0,59	68,7	0,18	276,3
Été	+ 6,47	2,36	60,3	0,47	103,4	0,31	251,0
Automne	+ 0,92	1,52	58,4	0,64	81,9	0,01	63,4
Année	t = – 1,15	+1,80 sin (μ	+60,5)	+0,54 sin (2 μ	+ 77,2)	+0,09 sin (3 μ	+288,4)

L'année 1865 présente des anomalies de température très-remarquables ; la plupart des mois ont été, ou beaucoup plus chauds que de coutume, ou beaucoup plus froids, mais ceux-ci en plus petit nombre, en sorte qu'en somme l'année peut être comptée au nombre des années chaudes. A Genève, le mois de décembre 1864 a été froid, surtout les neuf derniers jours, du 23 au 31, dont la température moyenne a été de — 4°,0. Puis a succédé un mois de janvier très-doux, surtout vers la fin du mois ; la température moyenne des sept jours du 21 au 27, a été de + 7°,0, c'est-à-dire celle que l'on rencontre ordinairement vers le 5 avril. La température s'est encore maintenue élevée les premiers jours de février, du 31 janvier au 6 février, température moyenne + 4°,5, puis elle s'est rapidement abaissée, et du 10 au 15 on a eu pendant six jours une température moyenne de — 6°,7. Vers la fin du mois, la température s'est radoucie, et du 25 février au 2 mars, la moyenne a été de + 4°,3, mais à partir du 3 mars est survenue une nouvelle période de froid, qui a duré sans interruption jusqu'au 3 avril ; c'est du 20 au 31 mars que le froid a été le plus prononcé, la température moyenne de ces douze jours ayant été de — 1°,0. Il s'est présenté ainsi cette année une déviation assez rare dans la marche habituelle de la température, car le mois de mars a été d'un degré et demi plus froid que le mois de janvier, et même les douze derniers jours de mars ont été de 8 degrés plus froids que la période la plus chaude du 21 au 27 janvier. A partir du 4 avril, la température s'est élevée si brusquement que la chaleur ordinaire de la fin du printemps a succédé sans transition au froid habituel du milieu de l'hiver, et la température

s'est maintenue élevée pendant le reste de l'année, sauf pendant le mois d'août.

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière avec les valeurs moyennes que j'ai déduites pour Genève des observations faites pendant les trente-cinq années 1826-60 (*Climat de Genève*) et pour le Saint-Bernard des vingt années 1841-60 (*Archives*, t. XIII), on trouve les écarts suivants :

	ÉCARTS.		
	Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement de la température entre les deux stations.
Décembre 1864.	−1°,82	+0°,31	−2°,13
Janvier 1865 . .	+2,91	+1,06	+1,85
Février	−1,04	−2,47	+1,43
Mars	−3,40	−5,02	+1,62
Avril	+4,18	+4,13	+0,05
Mai	+3,10	+2,84	+0,26
Juin.	+1,08	+1,01	+0,07
Juillet.	+1,36	+2,10	−0,74
Août	−0,36	+0,47	−0,83
Septembre. . . .	+2,27	+4,39	−2,12
Octobre.	+1,02	−0,29	+1,31
Novembre. . . .	+1,88	+1,97	−0,09
Hiver	+0,05	−0,29	+0,34
Printemps. . . .	+1,26	+0,61	+0,65
Été	+0,69	+1,20	−0,51
Automne	+1,72	+2,00	−0,28
Année.	+0,94	+0,89	+0,05

Les mois de février et d'août sont les seuls pour lesquels l'écart observé à Genève soit en dedans des limites de l'écart probable; pour les mois de juin et d'octobre, l'écart ne dépasse que d'une faible quantité les limites de

l'écart probable, mais pour tous les autres mois il les dépasse très-notablement, en sorte que pendant huit mois de l'année, la température a été exceptionnelle. Dans le courant des quarante dernières années, on n'en trouve que deux, 1840 et 1853, où le mois de mars ait été plus froid qu'en 1865, et sept où le mois de décembre ait été plus froid, savoir en 1829, 1835, 1840, 1846, 1851, 1853 et 1855.

Pour les six autres mois, l'écart est positif et accuse, par conséquent, une température exceptionnellement chaude. Le mois d'avril a été notablement plus chaud que dans aucune année depuis 1826, et sa température dépasse de sept dixièmes de degré celle du mois d'avril 1830, la plus élevée que l'on rencontre dans les quarante dernières années. L'écart maximum sur la température d'avril que l'on doive s'attendre à trouver dans un siècle est de $\pm$ 3°,84, ces limites ont été ainsi dépassées en 1865. L'écart positif du mois de septembre est aussi très-exceptionnel, car depuis 1826, on ne trouve que l'année 1834 où ce mois ait été plus chaud; on ne trouve également que deux années, 1833 et 1834, où le mois de mai ait été plus chaud qu'en 1865, trois années, 1834, 1853 et 1860, où le mois de janvier ait été plus chaud qu'en 1865, trois années, 1839, 1845 et 1852 où le mois de novembre ait été plus chaud qu'en 1865; enfin six années 1827, 1834, 1835, 1857, 1859 et 1862, où le mois de juillet ait été plus chaud qu'en 1865.

Si l'on compare les saisons, on ne trouve que la seule année 1834, où l'automne ait été plus chaud qu'en 1865, et cinq années, 1827, 1828, 1830, 1831 et 1862, où le printemps ait été plus chaud. Quant à la température

de toute l'année, celle de l'année 1865 n'est inférieure qu'à celle des six années 1828, 1834, 1846, 1859, 1862 et 1863.

Au Saint-Bernard, l'écart négatif des mois de février et de mars a été encore plus prononcé qu'à Genève, surtout au mois de mars, en sorte que l'accroissement de température de mars en avril a été de plus de 9 degrés plus fort que de coutume. La température du mois de septembre a été également très-exceptionnelle, puisqu'elle a été supérieure à celle du mois d'août, quoique celui-ci ait été également plus chaud que de coutume. L'écart annuel est à peu près le même pour le Saint-Bernard que pour Genève, quoique l'on trouve des différences notables, non-seulement dans les différents mois, mais même dans les saisons, comme on peut le voir par le chiffre qui donne l'écart sur le décroissement de la température entre les deux stations.

D'après la forme qui a été adoptée pour les tableaux mensuels des observations météorologiques faites dans les deux stations, la température moyenne des vingt-quatre heures est indiquée pour chaque jour, ainsi que l'écart avec la température normale de cette époque de l'année: les résultats que l'on peut en déduire au point de vue des anomalies qui ont lieu dans la température d'un jour, et de la variabilité d'un jour à l'autre, sont réunis dans les tableaux suivants.

L'un de ces tableaux donne pour chaque station le nombre de jours dans chaque mois, dont la température moyenne est comprise entre des limites espacées de cinq en cinq degrés, et, en outre, la température moyenne du jour le plus froid et celle du jour le plus chaud.

Les deux autres tableaux renferment pour chaque station, et pour chaque mois, le nombre des jours plus froids, ou plus chauds que de coutume, c'est-à-dire le nombre de ceux dont l'écart avec la température normale est négatif ou positif; le nombre de fois où l'écart a changé de signe entre deux jours consécutifs; l'écart moyen d'un jour avec la température normale, calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois; les écarts extrêmes observés pendant ce mois; le changement moyen qui s'est opéré dans la température de deux jours consécutifs, calculé par la somme des carrés des différences qui ont eu lieu, pendant le mois, d'un jour au jour suivant; enfin les variations les plus considérables qui ont eu lieu entre deux jours consécutifs. Dans ces deux dernières colonnes, je n'ai donné, pour abréger, que la date du premier jour et non celle du lendemain.

GENÈVE 1865.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très-froids	froids		tempérés		chauds		très-chauds		
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Décembre 1864	1	17	13	—	—	—	—	—	- 5°,10 le 31	+ 2°,58 le 2
Janvier 1865 . .	—	6	19	4	2	—	—	—	- 2,30 le 8	+ 10,73 le 27
Février	5	7	12	4	—	—	—	—	- 9,47 le 12	+ 6.08 le 19
Mars	—	9	21	1	—	—	—	—	- 3,17 le 20	+ 5,02 le 2
Avril	—	—	3	4	11	12	—	—	+ 1,10 le 1	+ 17,58 le 19
Mai	—	—	—	—	13	15	3	—	+ 10,06 le 11	+ 23,27 le 30
Juin	—	—	—	—	2	25	3	—	+ 13,38 le 30	+ 20,88 le 10
Juillet	—	—	—	—	2	14	15	—	+ 13,73 le 1	+ 24,82 le 7
Août	—	—	—	—	3	26	2	—	+ 12,07 le 4	+ 20,49 le 21
Septembre . . .	—	—	—	—	7	22	1	—	+ 13,07 le 30	+ 20,12 le 11
Octobre	—	—	—	13	18	—	—	—	+ 6,16 le 29	+ 14,63 le 2
Novembre . . .	—	—	9	17	4	—	—	—	+ 0,31 le 16	+ 14,18 le 26
Année	6	39	77	43	62	114	24	—	- 9,47 le 12 Février	+ 24,82 le 7 Juillet

GENÈVE 1865.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décembre 1864	22	9	6	± 2°,92	- 5°,50 le 8	+ 1°,84 le 22	± 1°,68	- 3°,73 le 22	+ 5°,01 le 31
Janvier 1865 . .	5	26	8	4,39	1,87 le 8	10,79 le 27	3,23	8,79 le 27	6,84 le 8
Février	13	15	4	4,72	10,47 le 12	5,62 le 3	2,43	6,74 le 19	3,93 le 16
Mars	28	3	3	4.61	8,90 le 29	2,23 le 2	1,94	5,68 le 19	2,68 le 21
Avril	3	27	1	5,47	5,42 le 1	8,56 le 19	1,96	5,84 le 29	3,65 le 3
Mai	4	27	6	4,03	2,15 le 11	8,41 le 30	1,89	5,24 le 10	2,91 le 28
Juin	8	22	5	2,38	4,64 le 30	4,72 le 1	1,98	5,49 le 11	3,27 le 13
Juillet	12	19	7	3,33	4,35 le 1	6,41 le 7	2,20	6,35 le 8	3,85 le 13
Août	14	17	7	2.15	6,42 le 4	3.08 le 21	1,49	3,87 le 3	2,25 le 11
Septembre . . .	1	29	1	2,51	1,26 le 1	5,01 le 11	1,02	3,03 le 12	1,94 le 1
Octobre	9	22	6	2,12	1,89 le 6	4,82 le 25	1,92	3,61 le 30	6,09 le 29
Novembre . . .	9	21	6	4,37	3,56 le 15	11,22 le 26	2,80	7,65 le 26	6,38 le 21
Année	128	237	60	± 3,68	- 10,47 le 12 Février	+ 11,22 le 26 Novembre	± 2,08	- 8,79 le 27 Janvier	+ 6,84 le 8 Janvier

SAINT-BERNARD 1865

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre										Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	- 30° et - 25	- 25° et - 20	- 20° et - 15	- 15° et - 10	- 10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+ 10° et + 15	+ 15° et + 20		
Décembre 1864	—	—	—	7	21	3	—	—	—	—	- 13°,51 le 23	- 2°,40 le 5
Janvier 1865 . .	—	—	2	10	12	6	1	—	—	—	15,84 le 18	+ 1,19 le 26
Février	1	1	4	9	11	2	—	—	—	—	25,67 le 11	- 2,61 le 28
Mars	—	1	5	15	10	—	—	—	—	—	20,28 le 29	- 8,14 le 2
Avril	—	—	—	1	3	4	21	1	—	—	11,10 le 1	+ 5,37 le 28
Mai	—	—	—	—	—	1	24	5	1	—	2,01 le 11	10,28 le 31
Juin	—	—	—	—	—	—	16	14	—	—	+ 1,45 le 12	8,45 le 1
Juillet	—	—	—	—	—	—	4	16	11	—	+ 0,06 le 2	14,17 le 17
Août	—	—	—	—	—	2	9	17	2	1	- 1,14 le 4	17,52 le 28
Septembre . . .	—	—	—	—	—	—	5	22	3	—	+ 0,77 le 27	10,24 le 15
Octobre.	—	—	—	—	1	18	12	—	—	—	- 5,10 le 28	3,17 le 3
Novembre . . .	—	—	—	—	7	21	2	—	—	—	- 9,31 le 10	2,33 le 23
Année	1	2	11	42	65	57	94	75	17	1	- 25,67 le 11 Février	+ 17,52 le 28 Août

SAINT-BERNARD 1865

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				°	°	°	°	°	°
Décembre 1864	12	19	9	± 2,67	− 4,81 le 23	+ 5,81 le 28	± 2,53	− 4,74 le 1	+ 7,00 le 26
Janvier 1865 . .	15	16	6	4,44	6,36 le 18	10,69 le 26	3,85	7,80 le 27	9,58 le 7
Février	18	10	10	5,56	16,44 le 11	5,90 le 28	4,90	9,82 le 19	13,63 le 11
Mars	30	1	2	6,45	14,19 le 29	0,25 le 2	2,76	8,79 le 22	4,97 le 4
Avril	4	26	1	5,48	5,34 le 1	7,61 le 28	1,83	3,52 le 29	4,23 le 15
Mai	7	24	8	3,97	1,63 le 11	7,96 le 31	2,12	4,30 le 17	3,97 le 26
Juin	8	22	11	2,39	3,55 le 30	6,01 le 1	2,11	5,61 le 29	3,16 le 27
Juillet	11	20	7	4,27	5,39 le 12	8,09 le 17	3,12	7,18 le 9	8,65 le 2
Août *	16	14	7	4,36	7,32 le 4	12,47 le 28	3,20	8,31 le 29	5,24 le 26
Septembre . . .	2	28	3	4,79	2,19 le 1	7,39 le 19	1,80	5,60 le 26	4,28 le 2
Octobre.	15	16	9	1,49	2,46 le 15	2,68 le 7	1,62	3,43 le 4	2,88 le 20
Novembre . . .	5	25	5	3,02	4,74 le 10	8,51 le 23	2,50	6,12 le 23	5,61 le 21
Année	143	221	78	± 4,23	− 16,44 le 11 Février	+ 12,47 le 28 Août	± 2,79	− 9,82 le 19 Février	+ 13,63 le 11 Février

* L'écart était nul un jour de ce mois.

Par suite de l'anomalie de température dans les mois d'avril et de mai, le nombre de jours dans l'année dont la température, à Genève, est comprise entre + 5° et + 10° et entre + 10° et + 15° est notablement diminué, tandis que le nombre de ceux dont la température est comprise entre + 15° et + 20° est augmenté à peu près dans la même proportion. Le jour le plus froid de l'annnée 1865 à Genève a été le 12 février, le jour le plus chaud, le 7 juillet, la différence de température entre ces deux jours étant de 34°,29. Au Saint-Bernard, le jour le plus froid a été le 11 février, le jour le plus chaud, le 28 août, la différence de température entre ces deux jours étant de 43°,29. On trouve cette année encore une confirmation très-frappante de la remarque, que j'avais déjà faite les années précédentes, savoir que les variations accidentelles de la température sont notablement plus considérables au Saint-Bernard qu'à Genève.

Si l'on considère enfin les températures extrêmes enregistrées à Genève à l'aide des thermométrographes, on trouve les valeurs suivantes pour le minimum absolu et pour le maximum absolu observés dans chaque mois, ainsi que le nombre de jours où le minimum s'est abaissé au-dessous de 0, et de ceux où le maximum ne s'est pas élevé au-dessus de 0°.

GENÈVE 1865.

	Minimum absolu	Date.	Maximum absolu.	Date	Minimum au-dessous de 0°.	Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Décemb. 1864	— 7,4	le 31	+ 5,1	le 17	27	11
Janvier 1865.	— 7,0	le 8	+14,3	le 25	19	0
Février. . . .	—10,6	le 12	+12,0	le 19	19	6
Mars.	— 8,4	le 30	+10,0	le 18	21	1
Avril.	— 2,2	le 1	+26,1	le 26	3	0
Mai.	+ 4,4	le 12	+28,9	le 31	0	0
Juin	+ 8,3	le 17	+28,7	le 29	0	0
Juillet . . .	+ 7,5	le 3	+31,4	le 8	0	0
Août.	+ 6,8	le 6	+26,3	le 28	0	0
Septembre . .	+ 5,9	le 30	+26,8	le 11	0	0
Octobre . . .	+ 1,6	le 29	+21,6	le 2	0	0
Novembre . .	— 2,6	le 15	+18,1	le 24	8	0
Année	—10,6	le 12 février.	+31,4	le 8 juillet.	97	18

Bien que les mois de décembre et de février aient été notablement plus froids que de coutume, le thermomètre n'est jamais descendu à une température très-basse, puisque le plus grand froid noté dans le premier de ces deux mois n'est que de —7°,4 et de —10°,6 dans le second. Le froid le plus remarquable de l'année est celui du 30 mars, le minimum étant descendu ce jour-là à — 8°,4.

L'amplitude totale de l'excursion thermométrique dans le courant de l'année est de 42°,0. Le thermomètre à minimum est descendu pour la dernière fois au-dessous de 0°, au printemps, le 3 avril, et la dernière gelée blanche a eu lieu deux jours plus tard, le 5 avril au matin. C'est le 12 novembre que le thermomètre à minimum est descendu pour la première fois, en automne, au-dessous de 0°, et deux jours avant, le 10 novembre au matin, avait eu lieu la première gelée blanche.

A défaut de thermométrographes, on ne peut indiquer

pour les températures extrêmes notées au Saint-Bernard, que celles qui résultent des lectures faites à l'une des heures d'observation, entre six heures du matin et dix heures du soir. On trouve ainsi pour la température la plus basse, et pour la température la plus élevée, observées dans chaque mois :

SAINT-BERNARD 1865.

	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Déc. 1864	—16°,1	le 23 à 6 h. mat.	+ 1°,8	le 5 à 2 h. soir.
Janv. 1865	—17,0	le 29 à 6 h. mat.	+ 4,2	le 26 à midi.
Février. .	—26,8	le 11 à { 8 h. mat. / 10 h. mat. }	+ 3,4	le 26 à midi.
Mars . . .	—21,7	le 29 à 8 h. mat.	— 4,6	le 21 à 2 h. soir.
Avril . . .	—15,8	le 1 à 6 h. mat.	+10,0	le 27 à 2 h. soir.
Mai. . . .	— 3,0	le 11 à 10 h. soir.	+13,5	le { 29 à 4 h. soir. / 31 à 2 h. soir. }
Juin . . .	— 1,2	le 12 à 6 h. mat.	+12,4	le 1 à 2 h. soir.
Juillet . .	— 2,1	le 13 à 6 h. mat.	+17,3	le 17 à 2 h. soir.
Août . . .	— 3,5	le 5 à 6 h. mat.	+20,4	le 28 à 4 h. soir.
Septembre	— 1,1	le 1 à 6 h. mat.	+14,3	le { 3 à midi. / 15 à 10 h. mat. }
Octobre. .	—10,0	le 29 à 6 h. mat.	+ 6,5	le 7 à 2 h. soir.
Novembre	—11,0	le 10 à 6 h. mat.	+ 4,7	le 23 à 8 h. mat.
Année . .	—26,8	le 11 février. à { 8 h. mat. / 10 h. mat. }	+20,4	le 28 août. à 4 h. soir.

L'amplitude totale de l'excursion thermométrique au Saint-Bernard dans le courant de l'année, et d'après les lectures faites de six heures du matin à dix heures du soir, est ainsi de 47°,2. On trouve dans tous les mois de l'année des lectures du thermomètre au-dessous de 0, et le mois de mars est le seul où la température ne se soit pas élevée au-dessus de 0. Le petit lac près de l'hospice a été débarrassé de la glace

qui le recouvrait dans la nuit du 15 au 16 juin, soit plus d'un mois plus tôt que de coutume: la congélation a eu lieu dans la nuit du 19 au 20 octobre. soit à peu près à l'époque ordinaire.

Je donne dans le tableau suivant les moyennes mensuelles de la température du Rhône, l'excédant sur la moyenne des huit années 1853-60, les extrêmes observés dans le courant du mois, enfin la différence entre la température de l'eau et celle de l'air.

TEMPÉRATURE DU RHONE 1865.

	Moyenne.	Excédant.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
Déc. 1864	6,23	—0,20	4,2 le 29	7,8 le 1	+7,19
Janv. 1865	5,12	+0,19	4,7 le 19 et 20	5,8 le 27	+2,55
Février. .	4,27	—0,33	1,8 le 11	5,1 le 3 et 4	+3,99
Mars . . .	4,81	—1,15	3,9 le 29	5,4 le 18	+3,73
Avril . . .	9,63	+1,11	4,8 le 1	13,5 le 28	—3,16
Mai. . . .	13,83	+3,34	7,8 le 13	17,0 le 29	—2,15
Juin . . .	17,52	+3,01	13,9 le 3	19,1 le 26, 28, 29	—0,34
Juillet . .	16,87	—0,77	7,5 le 1	21,9 le 20	—3,02
Août . . .	17,28	—1,27	11,4 le 5	19,6 le 28	—0,16
Septemb..	19,50	+2,64	18,2 le 4	20,2 le 16	+2,94
Octobre. .	14,27	+0,25	6,9 le 28	18,9 le 2 et le 3	+3,44
Novembre.	10,27	+0,60	9,6 le 29, 30	11,6 le 4	+3,94
Année. . .	11,32	+0,27	1,8 le 11 février.	21,9 le 20 juillet.	+1,22

Du mois de mars au mois d'avril, la température de l'eau ne s'est élevée que de 4°,82, tandis que celle de l'air s'est élevée de 11°,71 ; l'amplitude totale de l'excursion thermométrique pour la température de l'eau est de 20°,1.

Les données qui permettent d'apprécier la variabilité de la température du Rhône, sont réunies dans le tableau

suivant, qui renferme : l'écart moyen de la température d'un jour avec la valeur normale, calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois ; les écarts extrêmes observés dans le cours du mois avec la date correspondante ; l'écart moyen entre deux jours consécutifs, calculé également par la somme des carrés des différences entre deux jours consécutifs ; enfin les différences les plus considérables observées du jour au lendemain.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décembre 1864	± 0°,58	− 1°,2 le 29	+ 0°,6 le 21, 22	± 0°,32	− 1°,3 le 22	+ 0°,7 le 29
Janvier 1865 .	0,60	− 0,1 le 4	+ 1,4 le 27	0,21	− 0,4 le 28, 29	+ 0,4 le 24
Février	0,94	− 2,8 le 11	+ 0,6 le 2, 3, 4	0,53	− 2,1 le 9	+ 0,9 le 12
Mars	1,46	− 3,0 le 29	− 0,5 le 1, 2 *	0,27	− 0,9 le 28	+ 0,4 le 14, 29
Avril	2.34	− 2,3 le 1	+ 4,4 le 28	1,11	− 2,4 le 28	+ 1,8 le 21
Mai	3,72	− 2,7 le 13	+ 4,9 le 8	1,73	− 6,3 le 11	+ 2,7 le 26
Juin	3,36	0,0 le 30	+ 4,7 le 10	1,85	− 8,7 le 30	+ 1,2 le 3, 4
Juillet	2,91	− 8,7 le 1	+ 3,5 le 19	1.73	− 4,4 le 20	+ 2,8 le 3
Août.	2,54	− 7,2 le 5	+ 1,2 le 28	1,28	− 2,5 le 17	+ 3,0 le 6
Septembre . .	2.80	+ 0,2 le 4**	+ 3,8 le 29	0,34	− 0,3 le 29	+ 1,5 le 11
Octobre	2,68	− 5,3 le 28	+ 3,6 le 3	1,47	− 4,2 le 20	+ 2,0 le 21, 22
Novembre . . .	0.79	− 1,0 le 1	+ 1,5 le 28, 30	0,21	− 0,2 le 6, 7, 12	+ 0.7 le 3

* La température du Rhône a été pendant tout le mois au-dessous de sa valeur normale.

** La température du Rhône a été pendant tout le mois au-dessus de sa valeur normale.

Pression atmosphérique.

Je donne, suivant la forme habituelle, pour les deux stations, la hauteur moyenne du baromètre dans chaque mois, ainsi que la différence entre la hauteur pour chacune des heures d'observation et la moyenne; pour minuit, quatorze heures et seize heures, la hauteur a été obtenue par interpolation. A la suite de ces tableaux se trouvent les formules représentant la variation diurne du baromètre, calculées d'après ces données.

GENÈVE 1865

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1864	727,39	+0,04	−0,34	−0,24	−0,03	+0,13	+0,10	−0,05	−0,22	−0,29	+0,01	+0,30	+0,62
Janvier 1865 .	721,01	+0,09	0,25	0,18	−0,06	+0,14	+0,13	−0,07	−0,26	−0,32	−0,04	0,28	0,55
Février	725,01	+0,11	0,35	0,35	−0,07	+0,11	+0,33	+0,32	+0,06	−0,26	−0,27	0,11	0,21
Mars	721,47	+0,04	0,31	0,34	+0,02	+0,36	+0,43	0,21	−0,13	−0,32	−0,21	0,07	0,16
Avril	729,19	+0,09	0,53	1,00	−0,96	−0,41	−0,06	0,21	+0,24	+0,32	+0,55	0,80	0,70
Mai	727,57	+0,05	0,50	0,91	0,98	−0,37	+0,07	0,38	+0,34	+0,32	+0,46	0,63	0,49
Juin	728,97	−0,03	0,47	0,91	0,97	−0,57	0,05	0,46	+0,44	+0,42	+0,55	0,63	0,38
Juillet	728,06	+0,12	0,34	0,72	0,83	−0,31	0,11	0,26	+0,17	+0,20	+0,37	0,53	0,41
Août.	727,09	−0,03	0,25	0,41	0,44	+0,05	0,33	0,40	+0,11	−0,12	−0,06	0,22	0,24
Septembre . .	732,49	+0,20	0,51	0,93	0,91	−0,31	0,00	0,12	+0,11	+0,20	+0,50	0,81	0,75
Octobre	722,26	0,00	0,57	0,64	0,22	+0,22	0,45	0,19	−0,21	−0,26	+0,16	0,44	0,46
Novembre . . .	726,87	+0,06	0,45	0,44	0,06	+0,16	0,27	0,20	−0,07	−0,32	−0,09	0,26	0,45
Hiver	724,45	+0,08	−0,31	−0,25	−0,05	+0,13	+0,18	+0,06	−0,15	−0,29	−0,09	+0,23	+0,47
Printemps. . .	726,04	+0,06	0,45	0,74	0,63	−0,14	0,15	0,27	+0,15	+0,11	+0,27	0,50	0,45
Été	728,03	+0,02	0,35	0,67	0,74	−0,28	0,16	0,37	+0,24	+0,16	+0,28	0,46	0,34
Automne . . .	727,15	+0,09	0,51	0,67	0,39	+0,03	0,24	0,17	−0,06	−0,13	+0,19	0,50	0,55
Année.	726,43	+0,06	−0,40	−0,59	−0,46	−0,06	+0,18	+0,22	+0,05	−0,04	+0,16	+0,42	+0,45

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1865.

Décembre 1864	B = 727,39 mm	+ 0,12 mm sin	(μ +129,2°)	+ 0,33 mm sin	(2 μ +176,5°)	+ 0,10 mm sin	(3 μ + 193,0°)
Janvier 1865 . .	721,01	0,12	108,4	0,31	173,8	0,07	190,5
Février	725,01	0,12	267,6	0,30	143,1	0,08	194,0
Mars.	721,47	0,15	306,9	0,33	162,1	0,03	149,0
Avril	729,19	0,75	182,5	0,34	148,9	0,01	203,2
Mai	727,57	0,68	191,8	0,31	136,9	0,04	326,3
Juin	728,97	0,74	194,0	0,26	124,0	0,08	309,8
Juillet	728,06	0,53	186,5	0,28	136,4	0,06	352,6
Août	727,09	0,22	222,2	0,29	137,1	0,06	283,5
Septembre. . .	732,49	0,68	177,1	0,38	153,6	0,02	67,6
Octobre.	722,26	0,20	208,5	0,48	170,5	0,02	307,6
Novembre . . .	726,87	0,09	220,2	0,38	161,6	0,10	196,7
Hiver	724,45	0,05	139,6	0,30	164,6	0,08	194,0
Printemps . . .	726,04	0,45	192,2	0,32	148,9	0	
Été	728,03	0,48	195,2	0,28	133,5	0,06	312,9
Automne	727,15	0,31	187,5	0,41	162,9	0,03	180,0
Année	B = 726,43	+ 0,32 sin	(μ +191,0)	+ 0,32 sin	(2 μ +153,4)	+ 0,02 sin	(3 μ + 221,4)

SAINT-BERNARD 1865

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1864	561,46	-0,03	-0,29	-0,08	0,00	+0,20	+0,23	+0,13	-0,05	-0,19	-0,13	-0,05	+0,27
Janvier 1865 . .	556,47	-0,12	-0,23	-0,04	+0,13	+0,22	+0,24	+0,18	-0,04	-0,31	-0,21	-0,08	+0,26
Février	556,88	+0,04	-0,12	+0,08	+0,28	+0,40	+0,57	+0,25	-0,16	-0,46	-0,42	-0,28	-0,15
Mars	553,99	+0,02	-0,08	+0,04	+0,21	+0,42	+0,47	+0,29	+0,04	-0,28	-0,43	-0,53	-0,18
Avril	567,91	+0,12	+0,05	-0,04	+0,04	+0,31	+0,44	+0,20	-0,21	-0,45	-0,37	-0,16	+0,08
Mai.	567,90	+0,11	-0,06	+0,05	+0,02	+0,27	+0,33	+0,20	-0,12	-0,36	-0,33	-0,12	+0,04
Juin	568,81	-0,07	-0,08	-0,07	+0,01	+0,18	+0,30	+0,27	+0,08	-0,12	-0,22	-0,22	-0,09
Juillet	569,91	-0,01	-0,02	-0,09	0,00	+0,31	+0,43	+0,30	-0,04	-0,35	-0,37	-0,16	-0,02
Août	568,00	+0,03	+0,03	-0,01	+0,04	+0,30	+0,33	+0,21	-0,11	-0,36	-0,34	-0,19	+0,05
Septembre . . .	573,06	+0,10	-0,07	-0,10	+0,01	+0,20	+0,27	+0,15	-0,14	-0,33	-0,22	-0,01	+0,17
Octobre.	561,67	+0,13	-0,11	-0,03	+0,08	+0,31	+0,34	+0,12	-0,26	-0,47	-0,32	+0,02	+0,20
Novembre . . .	563,56	-0,04	-0,12	-0,03	+0,16	+0,32	+0,29	+0,16	-0,18	-0,43	-0,28	-0,02	+0,22
Hiver.	558,32	-0,04	-0,22	-0,02	+0,13	+0,25	+0,34	+0,19	-0,08	-0,31	-0,25	-0,13	+0,14
Printemps . . .	563,21	+0,08	-0,03	+0,02	+0,09	+0,33	+0,41	+0,23	-0,10	-0,37	-0,38	-0,27	-0,02
Été	568,91	-0,01	-0,02	-0,06	+0,02	+0,26	+0,35	+0,26	-0,02	-0,28	-0,31	-0,19	-0,02
Automne	566,05	+0,06	-0,10	-0,05	+0,08	+0,28	+0,30	+0,14	-0,19	-0,41	-0,27	-0,01	+0,19
Année	564,15	+0,02	-0,09	-0,03	+0,08	+0,28	+0,35	+0,20	-0,10	-0,34	-0,30	-0,15	+0,07

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations.

Hiver.	166,13	+0,12	-0,09	-0,23	-0,18	-0,12	-0,16	-0,13	-0,07	+0,02	+0,16	+0,36	+0,33
Printemps . . .	162,83	-0,02	-0,42	-0,76	-0,72	-0,47	-0,26	+0,04	+0,25	+0,48	+0,65	+0,77	+0,47
Été	159,12	+0,03	-0,33	-0,61	-0,76	-0,54	-0,19	+0,11	+0,26	+0,44	+0,59	+0,65	+0,36
Automne	161,10	+0,03	-0,41	-0,62	-0,47	-0,25	-0,06	+0,03	+0,13	+0,28	+0,46	+0,51	+0,36
Année	162,28	+0,04	-0,31	-0,56	-0,54	-0,34	-0,17	+0,02	+0,15	+0,30	+0,46	+0,57	+0,38

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1865

	B (mm)	+ (mm)	sin (μ + °)	+ (mm)	sin (2 μ + °)	+ (mm)	sin (3 μ + °)
Décembre 1864	561,46	0,08	303,9	0,19	161,8	0,04	180,0
Janvier 1865	556,47	0,17	331,9	0,18	162,6	0,10	204,0
Février	556,88	0,38	337,6	0,20	149,5	0,01	286,7
Mars	553,99	0,40	328,3	0,16	118,2	0,06	108,4
Avril	567,91	0,25	353,2	0,25	138,9	0,04	356,0
Mai	567,90	0,22	346,6	0,21	136,0	0,00	0,0
Juin	568,81	0,20	307,8	0,12	114,5	0,00	0,0
Juillet	569,91	0,25	328,6	0,22	134,1	0,02	313,4
Août	568,00	0,23	344,7	0,19	133,5	0,01	305,5
Septembre	573,06	0,12	355,2	0,22	147,0	0,02	236,3
Octobre	561,67	0,19	3,0	0,28	155,7	0,02	243,4
Novembre	563,56	0,20	351,3	0,24	163,1	0,07	219,3
Hiver	558,32	0,19	330,1	0,20	156,0	0,06	203,5
Printemps	563,21	0,28	340,1	0,20	132,8	0,01	63,4
Été	568,91	0,22	327,4	0,18	129,5	0,01	315,0
Automne	566,05	0,47	356,6	0,24	155,6	0,03	180,0

Année . . . . . $B = 564,15 + 0,21 \sin(\mu + 337,7) + 0,20 \sin(2\mu + 143,1) + 0,02 \sin(3\mu + 213,7)$

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes que j'ai déduites pour Genève des vingt-cinq années 1836-60 (voyez *Climat de Genève*), et pour le Saint-Bernard des vingt années 1841-60 (voyez *Archives*, t. XIII), on trouve les différences suivantes :

	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1864	−0,53	−0,38	−0,15
Janvier 1865. .	−6,20	−3,82	−2,38
Février.	−1,01	−2,72	+1,71
Mars	−4,30	−6,46	+2,16
Avril.	+5,34	+7,15	−1,81
Maï	+2,73	+4,48	−1,75
Juin	+1,90	+1,78	+0,12
Juillet	+0,36	+1,50	−1,14
Août	−0,53	−0,25	−0,28
Septembre . . .	+5,20	+5,97	−0,77
Octobre	−4,28	−2,79	−1,49
Novembre . . .	+1,20	+1,77	−0,57
Année	−0,03	+0,51	−0,54

Ainsi, tandis qu'à Genève la pression moyenne de toute l'année ne diffère pas sensiblement de la valeur normale, la pression moyenne au Saint-Bernard a été d'un demi-millimètre plus forte que de coutume. L'écart pour Genève dépasse notablement les limites de l'écart probable dans les mois de janvier, mars, avril, mai, juin, septembre et octobre; les écarts ont pour tous les mois le même signe à Genève et au Saint-Bernard, mais souvent avec des valeurs assez différentes; l'écart négatif a été plus fort à Genève qu'au Saint-Bernard dans les mois de janvier et d'octobre, et plus faible dans ceux de février et mars. L'écart positif a été plus faible à Genève qu'au

Saint-Bernard dans les mois d'avril, mai, juillet, septembre et novembre : dans les mois de décembre, juin et août l'écart est à peu de chose près le même.

Avec les données suivantes pour l'année 1865, 726^{mm},43 et 564^{mm},15 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, + 10°,10 et — 1°,15 pour la température moyenne de l'air, 0,75 et 0,77 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques 2065^{m},9 pour la différence d'altitude : le nivellement direct a donné 2070^{m},3.

J'ai réuni dans les tableaux suivants les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans les deux stations, soit que l'on considère l'écart absolu entre la hauteur du baromètre pour un jour et la valeur normale, soit que l'on considère la variation entre deux jours consécutifs. L'écart moyen dans chaque mois a été calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois, de même aussi la variation moyenne entre deux jours consécutifs.

GENÈVE 1865

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1864	12	19	7	± 5,86	−13,49 le 15	+10,31 le 4	± 3,52	− 6,86 le 30	+ 6,06 le 16
Janvier 1865 . .	23	8	2	9,83	−19,37 le 17	+ 8,66 le 7	5,25	− 7,54 le 31	+14.55 le 3
Février	15	13	12	6,86	−17,94 le 1	+10,38 le 23	4,12	− 6,02 le 27	+ 8,07 le 17
Mars	25	6	5	6,15	−12,74 le 8	+ 8.32 le 4	4.50	−11,36 le 4	+ 6,84 le 2
Avril	2	28	1	6,06	− 3.21 le 30	+12.29 le 5	2.81	− 3.92 le 6	+ 6.42 le 4
Mai	5	26	5	3,94	− 6,74 le 10	+ 6,82 le 2	2.56	− 4,47 le 8	+ 6.07 le 10
Juin	5	25	4	4,34	− 9,92 le 30	+ 7,29 le 9	2,50	− 5,16 le 28	+ 4.66 le 30
Juillet	10	21	6	2,57	− 5,41 le 21	+ 3,57 le 13	2.38	− 4,25 le 30	+ 8.58 le 1
Août	19	12	9	2,89	− 6,96 le 23	+ 5.63 le 27	2,23	− 3,58 le 27	+ 5.74 le 25
Septembre . . .	0	30	0	5,79	*+ 1,40 le 30	+ 8.17 le 25	1,40	− 3,25 le 20	+ 2.39 le 22
Octobre	26	5	6	6,21	−15,33 le 18	+ 3.21 le 4	4,51	−10.03 le 26	+ 8,98 le 28
Novembre . . .	20	10	2	5,68	− 9,49 le 26	+11,95 le 15	3.31	− 6.72 le 7	+ 8.03 le 26
Année	162	203	59	± 5,72	−19,37 le 17 Janvier	+12,29 le 5 Avril	± 3.39	−11.36 le 4 Mars	+14.55 le 3 Janvier

* Pendant tout le mois le baromètre n'est pas descendu au-dessous de sa hauteur normale.

SAINT-BERNARD 1865

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1864.	10	21	5	± 4,12	– 8,56 le 16	+ 6,92 le 4	± 2,88	– 6,95 le 30	+ 4,77 le 16
Janvier 1865 . .	23	8	2	7,48	–16,81 le 17	+ 6,57 le 5	3,51	– 5,04 le 26	+ 9,82 le 3
Février	22	6	3	5,46	–11,97 le 1	+ 5,02 le 23	3,18	– 6,54 le 8	+ 4,80 le 17
Mars	29	2	2	7,07	–12,85 le 23	+ 3,06 le 4	3,29	– 5,74 le 5	+ 4,65 le 20
Avril	1	29	1	7,74	– 0,97 le 30	+11,16 le 6	2,02	– 3,63 le 28	+ 6,11 le 3
Mai	3	28	4	5,17	– 3,63 le 10	+ 7,83 le 6	2,27	– 5,31 le 8	+ 4,90 le 1
Juin	3	27	3	3,94	– 9,84 le 30	+ 7,40 le 9	2,19	– 5,90 le 29	+ 4,42 le 30
Juillet	8	23	8	2,80	– 5,42 le 1	+ 5,01 le 16	1,95	– 4,25 le 9	+ 5,63 le 1
Août	23	8	5	3,08	– 4,42 le 3	+ 8,74 le 27	1,93	– 5,31 le 28	+ 4,99 le 25
Septembre . . .	0	30	0	6,59	*+ 2,18 le 30	+ 9,20 le 11	1,26	– 2,46 le 11	+ 2,83 le 1
Octobre.	25	6	5	4,44	–10,69 le 19	+ 3,35 le 4	3,25	– 7,33 le 26	+ 7,30 le 28
Novembre . . .	14	16	7	4,58	– 5,25 le 9	+ 9,38 le 15	2,21	– 3,06 le 7	+ 6,73 le 10
Année	161	204	45	± 5,35	–16,81 le 17 Janvier	+11,16 le 6 Avril	± 2,54	– 7,33 le 26 Octobre	+ 9,82 le 3 Janvier

* Pendant tout le mois le baromètre n'est pas descendu au-dessous de sa hauteur normale.

Voici enfin le chiffre du maximum absolu et du minimum absolu de la hauteur du baromètre, observé dans chaque mois, pour les deux stations; l'amplitude totale de l'excursion barométrique est indiquée également pour chaque mois.

GENÈVE 1865.

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1864.	737,98	le 4	713,19	le 15	24,79
Janv. 1865.	737,23	le 7	706,14	le 16	31,09
Février . .	737,95	le 23	707,44	le 1	30,51
Mars . . .	735,35	le 4	711,78	le 8	23,57
Avril . . .	737,30	le 5	719,66	le 29	17,64
Mai	731,89	le 24	716,90	le 10	14,99
Juin. . . .	734,61	le 9	715,70	le 30	18,91
Juillet. . .	732,25	le 13	720,90	le 1	11,35
Août . . .	734,25	le 27	718,28	le 23	15,97
Septembre.	736,14	le 26	726,38	le 30	9,76
Octobre. .	730,99	le 4	707,83	le 18	23,16
Novembre.	738,53	le 15	716,09	le 26	22,44
Année. . .	738,53	le 15 novemb.	706,14	le 16 janv.	32,39

SAINT-BERNARD 1865.

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1864.	568,96	le 4	551,65	le 16	17,31
Janv. 1865.	568,06	le 8	542,94	le 17	25,12
Février . .	567,19	le 23	547,10	le 1	20,09
Mars . . .	563,86	le 4	546,01	le 8	17,85
Avril . . .	572,29	le 5	559,27	le 3	13,02
Mai	572,30	le 29	559,17	le 10	13,13
Juin. . . .	573,67	le 9	555,00	le 30	18,67
Juillet. . .	573,93	le 16	560,47	le 1	13,46
Août . . .	577,28	le 27	563,90	le 4	13,38
Septembre.	576,63	le 10	567,52	le 30	9,11
Octobre. .	569,82	le 4	550,01	le 19	19,81
Novembre.	572,33	le 15	556,74	le 10	15,59
Année. . .	577,28	le 27 août.	542,94	le 17 janv.	34,34

État hygrométrique de l'air.

Les résultats des observations psychrométriques faites à Genève pendant l'année 1865 sont consignés dans les tableaux suivants; pour la tension de la vapeur, la moyenne des vingt-quatre heures a été déduite de la moyenne des neuf observations diurnes, en ajoutant une correction tirée des formules auxquelles j'étais arrivé, dans mon mémoire sur le climat de Genève, pour représenter la variation diurne de cet élément. J'ai ajouté le minimum absolu et le maximum absolu observés dans le courant de chaque mois. J'ai calculé directement, d'après les neuf observations diurnes, les formules qui représentent la variation diurne de la fraction de saturation pour chaque mois de l'année 1865; c'est d'après ces formules qu'ont été interpolés les chiffres qui donnent la fraction pour minuit, quatorze heures et seize heures. Le minimum absolu de la fraction de saturation observé dans chaque mois est également noté, ainsi que le nombre de cas où le maximum a atteint l'unité, c'est-à-dire où l'air était saturé au moment de l'observation.

GENEVE 1865. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne de 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1864	3,88	3,93	3,96	3,97	3,90	3,85	3,82	3,80	3,88	3,86	2,58	5.50
Janvier 1865 . .	4,74	4,63	4,64	4,65	4,63	4,60	4,48	4,47	4,60	4,58	2,68	8,48
Février	3,94	3,77	3,86	3,83	3,84	3,89	3.71	3,74	3,77	3,79	1,58	5,41
Mars	3,52	3,55	3,73	3,89	3,91	3,91	3,79	3,86	3,72	3,71	2.38	5.38
Avril	7,52	7,14	7,04	7,34	7,54	7,67	6,90	7.53	7,58	7,31	3.05	11.38
Mai	9,68	9,36	9,37	9,29	9,47	9,50	9,27	9,75	9,74	9,46	4,94	16.36
Juin	8,31	7.87	7,93	8,12	8,81	8,56	8,40	8,53	8,46	8,29	3,81	13,08
Juillet	11,29	11,10	11,12	11,42	11,64	11,32	11.19	11,65	11,20	11,24	6.19	16,68
Août	11,06	10,99	10,80	11,07	11,43	11,44	10.89	11,27	11,49	11,04	5.97	16,50
Septembre . . .	10,50	10,70	11,14	11,48	11,18	10,42	9,16	10,70	10,77	10,51	6.77	15,55
Octobre.	7,89	7,55	7,73	7,81	7,70	7,47	7.04	7,45	7,88	7,48	4,88	10.52
Novembre . . .	5,99	5,95	5,97	5,98	5,99	5,67	5,51	5,54	5,86	5,80	3,47	9,84
Hiver	4,20	4,12	4,16	4,16	4,13	4,12	4,01	4.01	4,09	4,09	1,58	8,48
Printemps . . .	6,90	6,68	6,71	6,83	6,96	7,02	6,65	7,04	7,01	6,83	2,38	16,36
Été	10,24	10,01	9,98	10,12	10,65	10,46	10,18	10,51	10,40	10.21	3,81	16,68
Automne	8,13	8,06	8,27	8,41	8,28	7.85	7,23	7,89	8,17	7.93	3,47	15,55
Année	7,38	7,23	7,29	7,40	7,52	7,38	7,04	7,38	7,43	7.28	1,58	16.68

GENÈVE 1865. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1864 .	865	848	878	900	904	906	910	922	929	933	921	904	902	580	1000, 50 fois
Janvier 1865	750	716	753	815	842	852	861	876	888	886	872	804	826	400	1000, 17 »
Février. . .	741	676	711	753	783	829	844	857	866	869	861	784	798	410	1000, 6 »
Mars	632	625	667	737	784	819	845	858	871	870	824	719	771	360	1000, 8 »
Avril	536	476	472	532	641	740	796	855	907	884	731	606	681	200	1000, 4 »
Mai	604	550	544	584	690	758	807	845	876	850	748	641	708	230	1000, 2 »
Juin	449	403	405	446	557	608	678	746	768	705	580	500	570	140	960,
Juillet . . .	539	502	512	528	634	693	748	809	855	822	681	589	659	280	940,
Août	613	586	587	647	759	835	863	888	909	874	782	695	753	340	1000, 2 »
Septembre .	579	539	561	633	744	810	858	906	956	942	825	672	752	410	990,
Octobre . .	677	615	660	741	795	817	833	860	883	878	843	745	779	430	1000, 9 »
Novembre .	747	723	753	800	854	829	826	840	860	857	838	790	810	350	1000, 16 »
Hiver. . . .	787	749	783	825	844	864	873	886	895	897	885	832	843	400	1000, 73 fois
Printemps .	591	551	562	619	706	773	816	853	884	868	768	656	721	200	1000, 14 »
Été	534	498	502	542	651	713	764	815	845	801	682	596	662	140	1000, 2 »
Automne . .	667	626	658	725	797	819	839	869	899	892	835	736	780	350	1000, 25 »
Année . . .	644	605	625	677	749	792	823	855	881	864	792	704	751	140	1000, 114 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE 1865

Décembre 1864	H = 902	+ 030 sin (μ +	224°,9)	+ 017 sin (2 μ +	239°,3)	+ 006 sin (3 μ +	193°,6)
Janvier 1865 .	826	074	232,0	031	230,2	007	188,5
Février	798	085	221,0	025	211,8	005	229,4
Mars	771	119	235,1	037	240,6	008	270,0
Avril	681	212	223,5	019	264,0	022	33,7
Mai	708	164	225,5	009	238,0	017	35,5
Juin	570	177	228,2	013	326,3	017	80,0
Juillet	659	170	224,4	020	302,9	020	41,6
Août	753	165	232,0	018	218,2	014	40,6
Septembre . .	752	202	226,4	037	249,6	014	19,1
Octobre . . .	779	116	228,3	040	228,0	006	159,0
Novembre . .	810	055	238,0	031	230,3	008	117,6
Hiver	843	062	226,0	023	226,1	006	202,6
Printemps . .	721	164	226,8	022	249,7	012	28,5
Été	662	171	228,1	012	282,2	017	54,5
Automne . . .	780	123	228,7	036	237,1	005	77,0
Année	H = 751	+ 131 sin (μ +	227,6)	+ 022 sin (2 μ +	243,4)	+ 007 sin (3 μ +	54,9)

Comparée à la moyenne des douze années 1849-60, l'année 1865 présente les écarts suivants sur la tension moyenne de la vapeur, sur la fraction moyenne de saturation et sur le nombre de cas de saturation.

	Excès de la tension moyenne.	Excès de la fraction de saturation.	Excès du nombre des cas de saturation.
	mm		
Décembre 1864 .	−0,29	+031	+ 7
Janvier 1865 . .	+0,43	−031	−14
Février	−0,37	−025	− 9
Mars	−0,74	+020	− 1
Avril	+1,48	−032	− 1
Mai	+1,90	−016	− 2
Juin.	−1,61	−140	− 3
Juillet	+0,72	−022	− 2
Août	+0,42	+037	0
Septembre. . . .	+1,12	−033	− 6
Octobre	−0,25	−063	−18
Novembre. . . .	+0,52	−036	− 1
Hiver	−0,06	−008	−16
Printemps	+0,87	−009	− 4
Été	−0,14	−040	− 5
Automne	+0,46	−044	−25
Année.	+0,28	−025	−50

Ainsi, tandis que la tension de la vapeur a été en moyenne plus forte que de coutume pendant l'année, la fraction de saturation a été au-dessous de la moyenne. Dans les mois d'avril et de mai, on trouve un excédant très-prononcé dans la quantité absolue de vapeur d'eau, et, au contraire, un déficit dans les mois de mars et de juin; pour ces quatre mois, l'écart est de trois à quatre fois plus grand que l'écart probable. La moyenne des trois mois de printemps présente un excédant très-considérable sur la tension moyenne de la vapeur et dépassant très-notablement les limites de l'écart probable. Pour la

fraction de saturation, c'est le mois de juin qui présente le déficit le plus considérable ; on ne trouve même dans le cours des dix-sept dernières années aucun mois où l'air ait été aussi sec que dans ce mois. Le mois d'octobre a été également très-sec, et la fraction de saturation est restée au-dessous de la moyenne d'une quantité à peu près double de l'écart probable pendant l'été et l'automne. Le nombre total de cas de saturation pendant l'année a été aussi notablement plus faible que de coutume.

Des vents.

Les chiffres qui représentent l'intensité avec laquelle chaque vent a soufflé à Genève pendant l'année 1865 sont :

Vents observés à Genève, dans l'année 1865.

	Décemb. 1864.	Janvier 1865.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme	3	3	2	1	10	5	2	11	10	5	6	3	61
N. . .	35	31	46	89	82	95	191	92	62	121	39	44	927
NNE .	110	24	92	130	20	18	136	25	29	29	13	122	748
NE. .	30	12	14	19	11	8	8	9	14	3	6	9	143
ENE .	4	0	3	2	2	2	0	3	3	0	3	1	23
E. . .	13	9	9	3	1	6	2	2	6	6	5	8	70
ESE .	16	2	4	1	1	1	1	1	6	3	2	5	43
SE. .	17	9	6	3	1	1	1	0	3	3	6	8	58
SSE. .	5	7	7	5	3	3	5	3	4	1	11	10	64
S. . .	17	42	26	13	20	29	13	40	31	20	42	35	328
SSO. .	25	97	69	66	50	65	29	71	59	56	111	38	736
SO. .	33	72	43	29	33	39	22	28	36	12	49	40	436
OSO. .	7	17	12	6	9	7	6	3	12	1	13	4	97
O. . .	5	15	10	6	14	15	3	9	21	5	13	14	130
ONO .	2	2	3	1	0	1	1	1	1	0	4	2	18
NO. .	1	12	6	14	6	5	7	6	7	1	4	3	72
NNO .	3	6	10	11	18	14	18	16	11	11	11	4	133

De ces chiffres, on déduit l'intensité relative des deux principaux courants atmosphériques, les vents du N.-E. et ceux du S.-O., ainsi que la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents, calculées par la formule de Lambert.

	RAPPORT. Vents NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	RÉSULTANTE. Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1864	2,21	N 39°,1 E	34,5	1
Janvier 1865	0,33	S 36,6 O	56,4	1
Février	1,02	N 47,2 O	11,5	1
Mars	2,02	N 0,2 E	50,1	0
Avril	0,92	N 58,9 O	23,7	4
Mai	0,83	N 79,0 O	22,1	2
Juin	4,61	N 3,1 E	104,2	1
Juillet	0,87	N 75,4 O	17,5	4
Août	0,72	S 80,8 O	18,6	4
Septembre	1,69	N 12,1 O	28,8	2
Octobre	0,29	S 33,7 O	55,3	2
Novembre	1,40	N 10,7 E	20,1	1
Année	1,11	N 38,1 O	17,0	2

Dans les mois de décembre 1864, mars et juin 1865, les vents du nord-est ont soufflé avec une intensité beaucoup plus grande que de coutume, surtout au mois de juin, où la bise a régné du 4 au 19, presque sans interruption et avec une grande intensité, sauf dans les journées du 10, du 11 et du 17. C'est à cette circonstance qu'est due la sécheresse très-grande de l'air pendant ce mois, qui a été signalée un peu plus haut. Dans les mois de janvier et d'octobre, au contraire, c'est le vent du sud-ouest qui a soufflé avec une intensité plus grande que de coutume. En somme, dans l'année, les chiffres qui représentent l'intensité relative des différents vents s'écartent fort peu de leur valeur moyenne, et on trouve à peu près

le chiffre moyen pour le rapport des vents du nord-est à ceux du sud-ouest, ainsi que pour la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents.

Le nombre de jours de forte bise, ou de fort vent du midi, qui est indiqué ci-dessous, confirme les résultats précédents ; l'absence presque complète de grands vents dans les mois d'avril et de septembre est assez remarquable.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1864 . .	6	1
Janvier 1865	2	10
Février	6	6
Mars	10	4
Avril	0	1
Mai	1	5
Juin	15	3
Juillet	1	4
Août	2	3
Septembre	1	0
Octobre	0	8
Novembre	7	5
Année	51	50

Les vents observés au Saint-Bernard, pendant l'année 1865, sont :

	VENTS.			RÉSULTANTE.		
	NE.	SO.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1864.	110	100	1,10	N 45° E	3,6	28
Janv. 1865.	145	101	1,44	N 45 E	15,8	21
Février . .	275	26	10,58	N 45 E	98,8	19
Mars. . . .	268	93	2,88	N 45 E	62,8	3
Avril . . .	100	102	0,98	S 45 O	0,7	28
Mai	90	157	0,57	S 45 O	24,0	21
Juin. . . .	304	45	6,76	N 45 E	95,9	3
Juillet . . .	164	114	1,44	N 45 E	17,9	18
Août . . .	167	111	1,50	N 45 E	20,1	18
Septembre.	186	66	2,82	N 45 E	44,4	17
Octobre . .	93	153	0,61	S 45 O	21,5	26
Novembre.	110	143	0,77	S 45 O	12,2	16
Année. . .	2012	1211	1,66	N 45 E	24,4	18

Pendant les trois mois d'hiver, la distribution des vents a été très-différente au Saint-Bernard de ce qu'elle a été à Genève. En décembre, tandis que le vent du nord-est soufflait à Genève avec une intensité beaucoup plus grande que celui du sud-ouest, il y avait à peu près équilibre entre les deux courants au Saint-Bernard. En janvier, prédominance très-marquée des vents du sud-ouest à Genève et des vents du nord-est au Saint-Bernard; enfin en février, prédominance beaucoup plus marquée des vents du nord-est au Saint-Bernard qu'à Genève.

De la pluie.

Le relevé du nombre de jours et d'heures de pluie ou de neige, ainsi que de la quantité d'eau tombée, fournit les résultats suivants à Genève et au Saint-Bernard pendant l'année 1865 :

	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.		
	Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre d'heures.	Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre d'heures.
		mm			mm	
Décemb. 1864.	5	4,2	12	6	20,3	27
Janvier 1865 .	18	46,0	61	13	128,8	121
Février	13	52,7	63	7	51,5	69
Mars	11	28,5	71	13	46,2	79
Avril	4	17,0	31	4	53,0	22
Mai	11	76,0	63	9	128,1	53
Juin.	4	70,6	32	4	94,7	21
Juillet.	8	48,4	47	10	138,6	44
Août	15	128,8	71	12	79,4	71
Septembre. . .	3	3,0	6	0	0,0	0
Octobre	13	146,0	116	9	130,8	80
Novembre. . .	13	65,4	71	14	204,9	106
Hiver	36	102,9	136	26	200,6	217
Printemps. . .	26	121,5	165	26	227,3	154
Été	27	247,8	150	26	312,7	136
Automne . . .	29	214,4	193	23	335,7	186
Année.	118	686,6	644	101	1076,3	693

Pendant l'hiver 1865, comme dans les trois hivers précédents, la quantité de neige tombée à Genève a été insignifiante ; le plus souvent, le sol était à peine blanchi et la neige disparaissait au bout de peu d'heures. Les chutes les plus abondantes ont été celles du 16 janvier, 55^{mm}, du 20 janvier, 60^{mm}, du 24 février, 30^{mm}, enfin du 11 mars, 35^{mm} ; dans tous ces cas, la neige avait entièrement disparu dans la plaine dès le lendemain, ou le surlendemain.

La comparaison de l'année 1865 avec la moyenne des trente-six années 1826-1861 donne les différences suivantes, pour Genève, sur le nombre de jours de pluie et sur la quantité d'eau tombée.

	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.
		mm
Décembre 1864 . . .	— 4	— 48,6
Janvier 1865	+ 9	— 0,4
Février	+ 5	+ 15,5
Mars	+ 2	— 13,5
Avril	— 7	— 41,7
Mai	— 1	— 6,3
Juin	— 6	— 5,0
Juillet	— 2	— 23,3
Août	+ 5	+ 49,5
Septembre	— 8	— 97,8
Octobre	+ 2	+ 45,6
Novembre	+ 2	— 12,9
Hiver	+10	— 33,5
Printemps	— 6	— 61,5
Été	— 3	+ 21,2
Automne	— 4	— 65,1
Année	— 3	—138,9

L'année 1865 est ainsi, comme la précédente, une année sèche, surtout si l'on a égard à la quantité d'eau

tombée, et non au nombre de jours de pluie. Dans les mois de janvier et de février, on trouve une augmentation très-notable dans le nombre de jours pluvieux, quoique l'augmentation dans la quantité d'eau tombée soit très-faible, et même nulle en janvier. Dans cette partie de l'année, les pluies étaient fréquentes, mais très-peu abondantes. On trouve, par contre, en juin une diminution dans le nombre de jours de pluie, quoique la quantité d'eau tombée soit presque égale à la moyenne; ce mois est ainsi caractérisé par des pluies rares, mais très-abondantes. Les mois d'août et d'octobre présentent un excès assez notable, soit dans le nombre de jours de pluie, soit dans la quantité d'eau tombée; les mois de décembre, avril et septembre, au contraire, présentent un déficit très-considérable dans le nombre de jours de pluie et dans la quantité d'eau tombée. Depuis l'année 1826, on ne trouve qu'un seul mois de décembre où la quantité de pluie ait été plus faible, $3^{mm},0$ en décembre 1843 (année civile) et un seul mois de septembre, $0^{mm},0$ en septembre 1854. La plus longue période de jours pluvieux consécutifs a été de quinze jours, au mois de janvier du 13 au 27 inclusivement; les plus longues périodes de jours consécutifs sans pluie se trouvent en avril, quatorze jours du 16 au 29; en juin, vingt et un jours, du 8 au 28; enfin en septembre trente jours, du 8 septembre au 7 octobre. Sur les 118 jours de pluie, il y en a huit où la quantité d'eau tombée n'a pas dépassé deux dixièmes de millimètres, et trente-quatre, dont neuf en janvier, où elle n'a pas atteint un millimètre; on trouve, par contre, quatre jours où la pluie a été très-abondante et a dépassé trois centimètres dans les vingt-quatre heures, savoir un jour en juin, le 30, où il est tombé $46^{mm},6$; deux jours en

août, le 13, 30mm,7, et le 19, 40mm,3; enfin un jour en octobre, le 22, 66mm,6; la pluie tombée pendant ces quatre jours est plus du quart de la quantité totale tombée pendant toute l'année.

J'ai formé, comme pour les années précédentes, le tableau suivant qui fait ressortir d'une manière plus claire la distribution de la pluie dans les différents mois et pour chaque saison. Ce tableau renferme, pour les deux stations, la durée relative de la pluie, c'est-à-dire le quotient obtenu en divisant le nombre d'heures de pluie pendant le mois par le nombre total d'heures que le mois renferme; le nombre moyen d'heures de pluie par jour pluvieux; enfin la quantité moyenne d'eau tombée dans une heure de pluie.

	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.		
	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
			mm			mm
Déc. 1864.	0,016	2,40	0,35	0,036	4,50	0,75
Janv. 1865.	0,082	3,39	0,75	0,163	9,31	1,06
Février. . .	0,094	4,85	0,84	0,103	9,86	0,75
Mars. . . .	0,095	6,45	0,40	0,106	6,08	0,58
Avril. . . .	0,043	7,75	0,55	0,031	5,50	2,41
Mai	0,085	5,73	1,21	0,071	5,89	2,42
Juin	0,044	8,00	2,21	0,029	5,25	4,51
Juillet . . .	0,063	5,89	1,03	0,059	4,40	3,15
Août. . . .	0,095	4,73	1,81	0,095	5,92	1,12
Septembre.	0,008	2,00	0,50	0,000	0,00	0,00
Octobre . .	0,156	8,92	1,26	0,108	8,89	1,63
Novembre .	0,099	5,46	0,92	0,147	7,58	1,93
Hiver. . . .	0,063	3,78	0,76	0,105	8,35	0,92
Printemps .	0,075	6,35	0,74	0,070	5,92	1,48
Été	0,068	5,55	1,65	0,062	5,22	2,30
Automne. .	0,088	6,66	1,11	0,085	8,09	1,80
Année . . .	0,074	5,46	1,06	0,079	6,86	1,55

La quantité d'eau tombée au Saint-Bernard est fort au-dessous de la moyenne, et surtout la neige a été beaucoup moins abondante que de coutume, car il n'en est tombé qu'un peu plus de cinq mètres pendant toute l'année, d'après le tableau ci-dessous, tandis que la hauteur moyenne de la neige qui tombe dans l'année s'élève à près de dix mètres. Les mois de juin et de septembre sont les seuls où il ne soit pas tombé de neige; il n'y a point eu du tout de précipitation atmosphérique en septembre dans cette station.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1865.

	millimètres.
Décembre 1864. . . .	210
Janvier 1865	1310
Février.	649
Mars	485
Avril	140
Mai. . . . . ·	200
Juin	0
Juillet.	10
Août	10
Septembre	0
Octobre.	664
Novembre	1390
Année	5068

Le nombre de jours où l'on a entendu le tonnerre à Genève, pendant l'année 1865, s'élève à 25; il se répartit comme suit entre les différents mois; les détails relatifs à chaque orage se trouvent dans les tableaux mensuels.

	Jours de tonnerre à Genève.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1864. . . .	0	0
Janvier 1865.	2	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	0
Mai	5	3
Juin	2	3
Juillet	5	6
Août.	5	0
Septembre	3	2
Octobre.	2	4
Novembre.	0	1
Année	25	19

Voici enfin le nombre de jours où l'on a observé à Genève des halos ou des couronnes autour du soleil, ou autour de la lune ; les détails sur ces phénomènes se trouvent également dans les tableaux mensuels.

	Halo solaire.	Couronne solaire.	Halo lunaire.	Couronne lunaire.
Décembre 1864 . .	0	0	1	1
Janvier 1865 . . .	1	0	2	4
Février	4	1	1	2
Mars	3	0	2	3
Avril	7	0	0	1
Mai	6	0	1	3
Juin.	3	0	1	1
Juillet.	3	1	0	1
Août	4	0	0	0
Septembre.	2	0	0	1
Octobre	0	0	0	3
Novembre	3	0	1	3
Année.	36	2	9	23

Etat du ciel.

D'après la notation adoptée, la portion du ciel couverte par des nuages est exprimée en dixièmes, 0,0 repré-

sentant un ciel parfaitement clair, et 1,0 un ciel entièrement couvert. Un jour est rangé dans la catégorie des jours *clairs*, *peu nuageux*, *très-nuageux* ou *couverts*, selon que la clarté moyenne déduite des neuf observations diurnes est comprise entre les limites respective de 0,0 et 0,25; 0,25 et 0,50; 0,50 et 0,75; 0,75 et 1,00.

On trouve pour l'année 1865 les nombres suivants pour ces différentes catégories et pour la clarté moyenne du ciel, soit à Genève, soit au Saint-Bernard.

	GENEVE.					SAINT-BERNARD.				
	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne.	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne.
Déc. 1864.	0	0	2	29	0,94	11	6	4	10	0,47
Janv. 1865.	2	3	3	23	0,79	5	4	5	17	0,66
Février. . .	0	1	9	18	0,83	5	4	6	13	0,65
Mars	1	4	8	18	0,76	3	5	2	21	0,74
Avril	10	11	5	4	0,38	13	6	2	9	0,42
Mai.	4	7	12	8	0,58	6	4	4	17	0,65
Juin	19	5	2	4	0,25	8	8	6	8	0,46
Juillet . . .	12	6	7	6	0,41	5	6	7	13	0,60
Août	2	5	14	10	0,65	4	3	2	22	0,73
Septembre.	25	4	1	0	0,13	17	7	5	1	0,26
Octobre . .	5	6	5	15	0,63	4	4	8	15	0,66
Novembre.	3	2	4	21	0,78	8	1	6	15	0,65
Hiver. . . .	2	4	14	70	0,853	21	14	15	40	0,591
Printemps.	15	22	25	30	0,575	22	15	8	47.	0,603
Été.	33	16	23	20	0,441	17	17	15	43	0,596
Automne. .	33	12	10	36	0,514	29	12	19	31	0,526
Année . . .	83	54	72	156	0,594	89	58	57	161	0,579

Pendant l'année 1865, le ciel a été plus clair que de coutume à Genève, car la fraction qui représente la clarté moyenne a été 0,594, tandis qu'elle s'élève ordinairement à 0,638. On ne compte en moyenne que 61 jours

clairs et 60 jours peu nuageux, et l'on trouve en 1865 83 jours clairs et 54 jours peu nuageux, et, par contre, seulement 156 jours couverts, au lieu du chiffre moyen 171. Les mois d'avril, juin et septembre sont surtout remarquables par le grand nombre de jours clairs et par la très-faible proportion de jours couverts.

Le nombre de jours de brouillard a été également plus faible que de coutume à Genève, car d'après le tableau suivant de leur distribution dans les différents mois, on n'en compte en tout dans l'année que 22, dont 5 où le brouillard a duré tout le jour, tandis que les chiffres moyens sont 33 et 10.

	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1864. . .	3	7	10
Janvier 1865. . . .	1	0	1
Février.	0	0	0
Mars.	0	0	0
Avril.	0	0	0
Mai	0	2	2
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Août.	0	2	2
Septembre	0	0	0
Octobre	0	2	2
Novembre	1	4	5
Année	5	17	22

SUR LES

LIMITES DE LA PÉRIODE JURASSIQUE

ET DE

LA PÉRIODE CRÉTACÉE

ET SPÉCIALEMENT

SUR LES CALCAIRES A *TEREBRATULA DIPHYA* [1]

PAR

M. HÉBERT

Professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Paris

La limite entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, si nettement tracée dans le nord de l'Europe, lorsqu'il n'existe en contact que des couches marines, me paraît avoir besoin de nouvelles études dans les contrées qui avoisinent les Alpes. Je crois que c'est parce que cette limite n'a pas été déterminée d'une façon suffisamment

[1] M. le professeur Hébert a bien voulu nous communiquer le travail géologique que nous reproduisons ici. Quoiqu'il sorte un peu en apparence par sa spécialité du cadre des *Archives,* il touche en réalité à un problème général si important, et il se lie de si près avec les points les plus essentiels de la géologie de la Suisse, que nous ne doutons pas qu'il n'intéresse nos lecteurs. Nous avons retranché ou abrégé quelques descriptions trop spéciales, conservant du reste complétement la rédaction du savant auteur. Nous préparons nous-mêmes dans ce moment un travail paléontologique sur la faune à *Terebratula diphya* des environs de Berrias (Ardèche). Cette faune, à peine connue, renferme des espèces nouvelles, nombreuses et intéressantes, et il nous a paru nécessaire de fournir ainsi une base précise aux discussions sur ces terrains néocomiens. Nous espérons pouvoir livrer cette monographie au public dans peu de mois.

F.-J. PICTET.

rigoureuse que l'on voit surgir en ce moment un désaccord assez grand entre les géologues au sujet de la classification des dernières assises jurassiques.

Dans les Alpes du Dauphiné, c'est par les calcaires connus sous le nom de *calcaires de la Porte de France* (Grenoble), classés jusqu'ici dans l'étage oxfordien, que l'on a terminé la série jurassique. Il reste certainement beaucoup à faire sur ces calcaires, et ce que je vais dire ne doit être considéré que comme des matériaux fort incomplets qu'un explorateur mieux placé que moi pourra mettre en œuvre. Ces calcaires renferment un fossile qui a depuis longtemps fixé l'attention des paléontologistes et des géologues : c'est la *Terebratula diphya*; mais ce même fossile, dont la forme est si singulière, se retrouve dans des assises qui sont incontestablement néocomiennes.

Quelques paléontologistes ont, il est vrai, essayé de constituer une espèce particulière pour chacun de ces horizons géologiques, et c'est ainsi qu'on a donné le nom de *Ter. diphyoides* aux échantillons néocomiens; mais cette distinction était peu satisfaisante, car l'examen le plus attentif ne permet pas de constater le moindre caractère spécifique constant.

Tout récemment, M. le professeur Oppel, dont nous regrettons si vivement la mort prématurée, et, à sa suite, quelques-uns de ses disciples, ont adopté une classification nouvelle. Ils ont considéré les calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte de France, du Tyrol, etc. comme représentant l'étage kimméridien du Nord, ou, plus exactement, le groupe le plus supérieur de la série jurassique, auquel M. Oppel a même donné un nom nouveau. Mais je laisse de côté cette innovation qui ne me paraît pas fondée, et qui certainement ne saurait subsister devant

une étude approfondie du terrain jurassique supérieur du nord de la France et du sud de l'Angleterre, pour m'occuper plus particulièrement des calcaires à *Terebratula diphya* du Dauphiné, et, par suite, du contact du terrain jurassique et du terrain crétacé dans cette région.

Il y a quelques années, à la suite de la session extraordinaire de la Société géologique de France, qui eut lieu en Savoie en 1861 sous la présidence de M. Studer, j'entrepris de suivre attentivement ce contact, d'en étudier les caractères et d'en préciser la limite. J'eus le bonheur d'être accompagné pendant une partie de ce voyage par l'éminent professeur de Berne. Nous parcourûmes ensemble une grande partie du département de la Drôme, prenant pour point de repère une assise que M. Lory, dans sa belle *Description géologique du Dauphiné*, p. 285, donne comme base de la série néocomienne dans le Dauphiné et qu'il désigne sous le nom de *marnes néocomiennes inférieures*. Cette assise, caractérisée par les *Belemnites latus, conicus bipartitus, Aptychus Didayi*, et de nombreuses petites ammonites, est un niveau bien facile à reconnaître et à suivre ; M. Lory fait remarquer qu'elle repose toujours sur les calcaires oxfordiens compactes ou *calcaires de la Porte de France.*

Néanmoins, sous ces marnes et dans des calcaires compactes qui se lient avec elles par des calcaires marneux, nous rencontrions de temps à autre quelque fossile néocomien, puis nous arrivions, sans que les couches changeassent de nature, à des fossiles oxfordiens comme *Ammonites plicatilis* ou *A. tortisulcatus.*

La ressemblance entre les caractères lithologiques des calcaires oxfordiens supérieurs à *Ammonites plicatilis, A. tortisulcatus,* etc., et les calcaires néocomiens inférieurs

qui la recouvrent directement en stratification concordante, est telle qu'il nous fut impossible de reconnaître quand les premiers finissent et quand les autres commencent. Les uns et les autres ont en effet la même teinte gris jaunâtre ou bleuâtre, la même cassure lithographique.

Mon excellent compagnon de voyage me quitta au commencement d'octobre : le lendemain, mon itinéraire m'amenait au village de Monclus, près Serres, à la limite des départements des Hautes-Alpes et de la Drôme. Là, une longue tranchée faite par la route traversait une épaisse série de couches, depuis les marnes oxfordiennes à *Ammonites cordatus, Lamberti,* etc., jusqu'au-dessus des marnes néocomiennes à Belemnites plates, permettant d'étudier à loisir et sans la moindre lacune toute la série des calcaires compactes qui séparent ces deux assises.

C'est là que je pus, pour la première fois, arriver à la limite tant cherchée. Dans cette coupe, les marnes et calcaires marneux, riches en fossiles néocomiens (Belemnites, Aptychus et Ammonites), n'ont pas moins de 190 mètres d'épaisseur.

Au-dessous viennent des calcaires marneux, plus ou moins compactes, en bancs réguliers, peu fossilifères, épais de 56 mètres. Les échantillons en petit nombre que j'y ai recueillis appartiennent aux espèces suivantes : *Ammonites quadrisulcatus* d'Orb., *A. neocomiensis* d'Orb., *A. macilentus* d'Orb.

Ces derniers reposent sur des calcaires tout à fait compactes, à structure lithographique, et semblables, en apparence, à la série qui se développe en dessous et qui, incontestablement, comme M. Lory l'a tracé sur sa carte, appartient à l'étage oxfordien ; mais à force de recherches, j'ai vu que certains petits lits argileux très-minces conte-

naient, surtout à la base : *Ammonites neocomiensis*, d'Orb., *A. Roubaudianus*, d'Orb., *A. difficilis*, d'Orb., et *Terebratula diphya*. Cette assise, dont l'épaisseur est de 56 mètres environ, comme la précédente, appartient donc encore à l'étage néocomien, épais ici de plus de 300 mètres, dont 100 mètres de calcaires inférieurs aux *marnes néocomiennes*, constituant un nouveau terme à ajouter à la série telle que l'a donnée M. Lory.

A la base de cette assise est la limite entre l'étage oxfordien et l'étage néocomien. Comme je l'ai dit, aucune différence minéralogique tranchée ne saurait aider à les distinguer ; cependant en y regardant de près, on peut voir que les calcaires oxfordiens ne renferment ni les fossiles cités ci-dessus, ni ces petits lits d'argile qui, quoique très-minces, ne manquent guère dans les calcaires néocomiens. A Monclus, un lit de marne terreuse jaune de quatre centimètres d'épaisseur indique la ligne de démarcation.

Ce terme inférieur de la série néocomienne se retrouve à Châtillon en Diois, où j'ai recueilli *Ammonites macilentus*, *Ammonites semisulcatus*, *A. nodulosus?* Catullo ; à Saint-Julien en Beauchêne où il forme le lit du torrent et où j'ai recueilli dans ces calcaires inférieurs aux marnes à petites Ammonites ferrugineuses, la *Terebratula diphya*, en même temps que *Ammonites semisulcatus*, *A. cryptoceras*, *A. macilentus* ; dans la forêt d'Eyrolles, auprès de Sahune, où ces calcaires néocomiens inférieurs ont environ 100 mètres de puissance, et sont compris entre les calcaires oxfordiens à *Ammonites plicatilis*, *A. tortisulcatus*, etc., etc., et les marnes néocomiennes extrêmement riches en fossiles ; sur le chemin de Chaudon à Barrême (Basses-Alpes), toujours entre les mêmes assises, c'est-à-dire

entre les calcaires oxfordiens supérieurs *à Ammonites plicatilis* et *tortisulcatus* qui forment la crête de Chaudon[1] et les marnes néocomiennes que l'on rencontre sur le chemin de Barrême.

C'est donc une règle générale jusqu'ici que, dans la Drôme, le néocomien inférieur est un calcaire compacte lithographique, inférieur aux marnes à petites Ammonites, et qui repose directement et en concordance sur le calcaire oxfordien supérieur, dont les caractères minéralogiques sont sensiblement les mêmes. Je dois ajouter que je n'ai jamais rencontré la *Terebratula diphya* dans les vrais calcaires oxfordiens, mais uniquement dans les calcaires néocomiens.

Cela posé, j'arrive à la question du *calcaire de la Porte de France*. Je ne les ai point étudiés par moi-même et sur place, je n'en parlerai qu'au point de vue paléontologique et d'après l'étude que j'ai pu faire d'une série de fossiles qui m'ont été communiqués par MM. Lory et Chaper.

[1] *Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. XIX, p. 114, fig. 7 et p. 119. C'est à tort que j'ai signalé la *Terebratula diphya* dans ces calcaires; c'est une erreur que je m'empresse de rectifier; j'ai reconnu que le fossile auquel j'avais donné ce nom, et que je n'avais point suffisamment examiné, était un échinide écrasé de manière à figurer grossièrement la forme singulière de la *Ter. diphya*. — D'autre part, M. Coquand (*Bulletin*, t. XX, p. 566) conteste que ces calcaires appartiennent à l'étage oxfordien; il en fait l'équivalent des calcaires blancs du Var et les rapporte aux étages corallien, kimméridien et portlandien. Je pense qu'aujourd'hui M. Coquand est éclairé sur ces rapprochements. Les calcaires du Var, grâce aux recherches de M. Dieulafait, sont crétacés et de l'horizon du *Requienia* (Chama) *ammonia*; ceux de la Nerthe également, car les fragments rapportés au *Diceras arietina* par M. Coquand, que j'y ai recueillis, ayant été préparés par M. Munier, il est devenu facile d'y reconnaître le genre *Requienia* et, selon toute probabilité, la *Requienia Lonsdalii*, Sow. sp. Quant à la crête de Chaudon, il n'y a absolument aucune raison d'en faire autre chose que de l'Oxford clay supérieur. (*Note de l'auteur.*)

Ces calcaires qui renferment la *Terebratula diphya* auraient été classés, paraît-il, dans l'étage oxfordien, à cause de leur continuité d'aspect avec les calcaires à Ammonites oxfordiennes, et aussi d'après les déterminations faites par d'Orbigny, qui aurait cru y reconnaître *A. anceps, A. Adelæ, A. Hommairei, A. viator*, etc.

En m'adressant ses échantillons, M. Lory m'avertit qu'il a maintenant des doutes sur la détermination de l'*A. anceps*. L'examen attentif que je viens de faire de ces fossiles comparativement avec de bons exemplaires des espèces dont ils ont porté les noms jusqu'ici, m'a amené à des conclusions qui ne me paraissent aucunement douteuses.

(M. Hébert entre ici dans des détails sur la détermination des espèces. Malgré leur intérêt, nous avons dû les supprimer comme trop spéciaux. Ceux qui en auront besoin les retrouveront dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, où ils ne tarderont pas à être publiés. Nous nous bornons à en donner un extrait.

1° L'Ammonite citée à Aizy comme *A. anceps* est une espèce fort différente, caractérisée par deux rangées de tubercules au lieu d'une.

2° L'Ammonite d'Aizy et de la Porte de France rapportée à l'*A. Adelæ* est l'*A. subfimbriatus*, d'Orb.

3° Le prétendu *A. Hommairei* d'Aizy et de la Porte de France est plus voisine du *semisulcatus*, d'Orb. (peut-être du *ptychoicus*, Quenstedt).

4° L'échantillon de la Porte de France communiqué sous le nom de *A. viator* est l'*A. Rouyanus*, d'Orb.

5° Sous le nom d'*A. Calypso*, trois espèces ont été confondues suivant M. Hébert : l'*A. Calypso*, d'Orb. de

l'étage néocomien, l'A. *Circe*, Hébert (nov. sp.) de l'oolithe inférieure de Beaumont près Digne et l'A. *Nilssoni*, Hébert (nov. sp.) du lias supérieur de l'Aveyron.

6° Un échantillon de la Porte de France déterminé comme A. *plicatilis* est l'A. *subfascicularis*, d'Orb.

7° Un autre échantillon communiqué sous le même nom paraît se rapprocher de l'A. *bidichotomus*, d'Orb.

8° Deux autres échantillons sous le même nom paraissent correspondre à une espèce nouvelle.

9°, 10° et 11°. Trois autres échantillons paraissent appartenir également à des espèces non décrites ; l'un d'eux rappelle l'A. *nodulosus*, Catullo, un autre l'A. *coronatus*, d'Orb., et le troisième les A. *hecticus* et *oculatus* ; mais avec des différences appréciables.

12° Une bélemnite trouvée avec les Ammonites précédents est un *Bel. latus.*)

C'est avec cette série de fossiles que se trouve le *Terebratula diphya.* Il faut toutefois observer que, d'après M. Lory, le *Belemnites latus* ne se trouve que dans les couches supérieures, au niveau des Ammonites. M. Lory cite en outre dans les bancs à *Terebratula diphya*, *Aptychus lamellosus* et A. *lævis ;* mais peut-être ces rapprochements ont-ils besoin d'une nouvelle vérification.

En résumé, d'après les échantillons des calcaires à *Terebratula diphya* qui m'ont été communiqués par MM. Lory et Chaper, je trouve qu'aucune espèce n'est oxfordienne d'une manière bien certaine, ni même jurassique.

Sept espèces sont incontestablement néocomiennes, savoir :

Ammonites subfimbriatus, d'Orb.

A. *semisulcatus*, d'Orb.

A. Rouyanus, d'Orb.

A. Calypso, d'Orb.

A. subfascicularis, d'Orb.

A. nodulosus? Catullo.

Belemnites latus, Blainv.

Une huitième : *A. bidichotomus*, dont cependant l'identité est moins évidente, indique le même horizon.

Enfin trois espèces paraissent nouvelles.

En présence de pareils faits, je crois qu'il n'est pas permis d'hésiter et qu'il faut rapporter à l'étage néocomien les calcaires de la Porte de France, où se rencontrent les fossiles précédents, aussi bien que ceux d'Aizy, au N.-O. de Grenoble.

A la Porte de France il y a à la base des couches oxfordiennes. M. Lory a, en effet, rencontré dans les couches inférieures les fossiles : *Ammonites plicatilis*, *A. oculatus*, *Belemnites hastatus*. C'est à notre savant confrère à établir maintenant la limite précise entre les calcaires oxfordiens et néocomiens.

La localité d'Aizy présente une difficulté de plus. Là comme à la Porte de France, les calcaires lithographiques à *Ammonites subfimbriatus* (A. Adelæ) : *A. Rouyanus* (A. viator) ; *A. semisulcatus* (A. Hommairei) sont certainement néocomiens. D'après M. Lory (p. 276), ces fossiles se trouvent dans les couches supérieures, tandis que les couches inférieures et moyennes, si elles renferment *Ammonites plicatilis*, *A. coronatus*, seraient oxfordiennes. Que serait alors la masse bréchiforme, épaisse de deux mètres qui recouvre les calcaires lithographiques supérieurs dont nous venons de parler, où M. Lory a reconnu *Cidaris coronata*, Goldf. et d'autres fossiles, qui lui ont fait rapporter cette couche aux calcaires coralliens, c'est ce qu'il m'est impossible de dire en ce moment.

Que dire encore de cette localité de Lemenc, près Chambéry, où cette même couche bréchiforme, avec de nombreux fossiles coralliens, se trouverait intercalée dans la série oxfordienne ? Les géologues qui ont su nous expliquer Petit-Cœur sauront aussi, sans aucun doute, déchiffrer cette nouvelle énigme stratigraphique.

Ces faits, encore inexpliqués faute d'une étude suffisante, ne sauraient infirmer ceux qui sont établis sur des données positives, et d'où résulte cette conclusion que les calcaires à *Terebratula diphya* du Dauphiné appartiennent non à l'étage oxfordien, mais à l'étage néocomien. Il est probable qu'il en sera de même en France dans les autres gisements où ce fossile a été considéré comme oxfordien, et si cela se confirme, ce sera encore une anomalie de moins dans le domaine de la géologie.

Un autre résultat de ce qui précède, c'est qu'il reste établi que dans les Alpes du Dauphiné, les étages corallien, kimméridien et portlandien manquent, aussi bien que dans la région des Cévennes qui fait face ; qu'il y aurait eu par conséquent entre les Alpes et le plateau central une zone émergée pendant le dépôt de ces étages, zone que séparait le bassin méditerranéen du bassin jurasso-germanique.

Le coral-rag de l'Echaillon, aussi bien que celui du Salève (Savoie), et les couches à *Gryphæa virgula* signalées en quelques points du département de l'Isère se rattachent souterrainement aux couches du même âge du Jura.

Je crois être dans le vrai en supposant, ce qui résulte d'ailleurs des travaux des auteurs qui ont plus particulièrement décrit ces contrées, et en particulier de ceux de M. Lory (loc. cit., p. 276), qu'à cette époque la

mer formait dans le Jura un golfe fermé au nord par les massifs des Vosges et de la Forêt-Noire unis ensemble par les dépôts du groupe jurassique inférieur; à l'ouest par la Côte-d'Or, les montagnes du Beaujolais et le massif du Pilat; au sud par un vaste bombement oxfordien qui unissait les Cévennes aux Alpes du Dauphiné.

La zone émergée qui séparait à cette époque les deux bassins s'étendait fort loin à l'est par la chaîne des Alpes, dont une large bande ne porte aucun indice des derniers dépôts jurassiques, et montre constamment le contact direct des calcaires néocomiens sur les calcaires oxfordiens. Les travaux les plus récents en font foi, tout en indiquant de la part des auteurs une tendance à tirer de leurs observations des conclusions tout à fait opposées. C'est ainsi que le travail considérable et fort bien fait de M. le docteur Benecke sur le Tyrol (Munich, 1866) nous fait connaître avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici la succession des assises qui constituent le sol du versant méridional de cette partie des Alpes. On sait à quelles discussions a donné lieu le calcaire rouge à Ammonites entre les géologues italiens, notamment MM. de Zigno et Catullo, et le singulier mélange d'espèces jurassiques et crétacées que présente ce système.

M. Benecke a fait une étude spéciale de ce calcaire rouge ammonitifère; il le divise en deux assises, dont il donne la faune séparément. Je remarque que la plus grande partie des espèces sont des formes nouvelles; que, dans l'assise inférieure, on trouve des espèces caractéristiques de l'oxford clay moyen de la France comme :

1° *Ammonites eurystomus,* Benecke, qu'il m'est impossible de distinguer de la variété renflée de l'*Amm. Babeanus,* d'Orb. de l'oxford clay moyen des vaches noires (Calvados).

2° *Amm. perarmatus,* d'Orb., du même niveau, espèce très-variable et dont les variétés peuvent très-bien être prises pour l'*A. Rupellensis,* d'Orb., que M. Benecke cite avec les précédentes dans l'assise inférieure des calcaires rouges à Ammonites.

3° *A. polyolcus.* Benecke, qui ne diffère de l'*A. Zignodianus,* d'Orb. que par le nombre des sillons. On en compte douze dans l'exemplaire figuré par M. Benecke; ils se réduiraient à cinq dans l'*A. Zignodianus* d'après d'Orbigny; mais j'ai sous les yeux un échantillon de la Voulte qui en a sept et qui, pour tout le reste. est identique.

A côté de ces espèces indiquant un horizon inférieur à notre oxford clay supérieur de France, M. Benecke signale, il est vrai, l'*Am. Achilles,* mais combien de fois n'a-t-on pas cité à tort cette espèce, si difficile à bien caractériser dans notre oxford clay moyen?

J'en conclus donc que l'assise inférieure des calcaires rouges ammonitifères du Tyrol appartient, selon toute probabilité, à notre oxford clay moyen.

L'assise supérieure, celle qui est caractérisée par *Terebratula diphya,* renferme : *Bel. latus,* de Bl.[1], *Ammonites quadrisulcatus, Ammonites ptychoicus,* Qu. et *A. geminus,* Benecke, que je considère comme ne formant qu'une seule et même espèce, et que je soupçonne, comme je l'ai dit plus haut, n'être autre chose que l'*A. semisulcatus,* d'Orb.; c'est encore la même espèce que Catullo (Geogn. palœoz. pl. XII, fig. 3, 1847) a désignée sous le nom d'*A. Zignii.*

[1] M. Benecke dit *Bel. latus,* Qu. (non Blainv.), mais le *Bel. latus,* Qu. est de Barrême, et c'est bien l'espèce néocomienne connue sous ce nom.

Je trouve dans Catullo le véritable *A. Calypso*, provevenant de ces mêmes couches, et presque tout le reste est étranger jusqu'ici à la faune française. Je cherche en vain une seule raison de placer ces couches au niveau du *Kimmridge-clay* ou de tout horizon du groupe jurassique supérieur.

M. Benecke cite, il est vrai, l'*A. tortisulcatus* qui, chez nous, est exclusivement oxfordien; mais tous les géologues l'avaient aussi en France associé à la *Terebratula diphya*, et aujourd'hui je suis convaincu que c'est une erreur. En est-il de même pour le Tyrol? C'est une question à laquelle M. le docteur Benecke sera plus à même de répondre que moi.

Je suis donc très-fortement porté à croire que le Tyrol présente dans ces calcaires rouges ammonitifères la même difficulté que les calcaires dits de la *Porte de France*. Mêmes caractères lithologiques dans deux assises d'âge très-différent, en superposition directe et concordante. Je ne vois jusqu'ici aucune preuve sérieuse que les calcaires corallien, kimméridien et portlandien des régions au nord des Alpes soient représentées dans le Tyrol et sur tout le versant méridional des Alpes, du Tyrol au Dauphiné. La continuité entre les couches jurassiques et les calcaires à *Terebratula diphya* n'est qu'une apparence trompeuse. Je crois l'avoir démontré pour le Dauphiné. Je suis persuadé qu'on doit arriver à un semblable résultat pour le Tyrol.

CARTE GÉOLOGIQUE

DES ENVIRONS DE PARIS

PAR

M. Édouard COLLOMB

Paris, 1865.

M. Collomb a bien voulu nous envoyer la belle carte géologique des environs de Paris qu'il vient de publier, et il y a joint une note qu'on lira avec intérêt.

Ce n'était pas facile de résumer graphiquement tous les travaux qui depuis tant d'années ont été faits par de nombreux géologues, souvent en désaccord, et qui, à propos des terrains du bassin de Paris, se sont livrés à de longues et vives discussions. Il est vrai que celles-ci n'avaient quelquefois pour but que de fixer la position d'une couche de quelques centimètres d'épaisseur. Mais à l'examen de petites couches se rattachent souvent de grandes questions, et aucune discussion n'a été inutile. Au contraire, toutes ont contribué à faire connaître les détails des environs de Paris, qui étaient déjà une terre classique pour la géologie, et l'étude de couches minces, celle, par exemple des alternances des couches d'eau douce et des couches marines, a été fertile en résultats curieux.

Il y avait donc de l'intérêt à posséder une représentation de la composition géologique de cette région figurée naguère par Cuvier et Brongniart, par M. Raulin, etc. La carte de M. Collomb, dont Paris est à peu près le centre, s'étend jusqu'à Beauvais, à Evreux, à Château-Landon et à Châlons-sur-Marne, et comprend en tout ou en

partie des départements dont les cartes géologiques ont été publiées à une grande échelle. M. Collomb a par conséquent résumé d'une manière heureuse les observations de ses devanciers en les complétant, les discutant et les accordant les unes avec les autres. Nous apprenons avec plaisir que la rédaction d'un volume d'explications ayant pour titre : *Guide du géologue dans les environs de Paris*, a été confiée à un savant ami de M. Collomb, et que ce travail va bientôt paraître. Il contiendra des coupes de terrains, des listes de fossiles et des directions pour les courses, de manière à faciliter l'étude du bassin de Paris à ceux qui ne sont pas encore au courant de cette branche de la science. La carte et le volume se compléteront l'un l'autre. Disons encore que M. Collomb, dont le talent de dessin est connu, a été fort bien secondé dans l'exécution chromolithique de la carte par MM. Avril; il y a de l'harmonie dans les couleurs et de la netteté dans les contours. Mais laissons l'auteur nous donner les renseignements suivants sur son travail : A. F.

Paris, 21 juillet 1866.

La carte géologique des environs de Paris que j'ai l'honneur de vous envoyer est à l'échelle de $\frac{1}{320000}$, c'est une réduction au quart de la grande carte de l'état-major au $\frac{1}{80000}$; les détails topographiques, orographiques, hydrographiques y sont suffisamment indiqués pour qu'on puisse embrasser d'un coup d'œil l'ensemble du bassin de Paris.

Cette carte a exigé pour sa construction un long travail préparatoire ; il fallait d'abord consulter tous les documents antérieurs depuis d'Homalius d'Halloy, Cuvier, Brongniart, etc., jusqu'à nos jours. Les auteurs qui se

sont occupés des terrains qui y figurent sont tous cités scrupuleusement en tête de la carte. Il a fallu ensuite explorer et relever des coupes dans toutes les localités intéressantes. On serait tenté de croire qu'après un si grand nombre de travaux les terrains des environs de Paris sont suffisamment connus, et qu'il n'y a plus à y revenir, ce serait une erreur; dans un certain nombre de localités de ce bassin, il y a encore doute, il y a discussion, aussi trouvera-t-on sur ma carte un grand nombre de points d'interrogation (?) accompagnant la lettre indicatrice des terrains. Ces doutes proviennent du nombre considérable de dépôts d'eau douce qui sont intercalés dans les dépôts marins. A partir de la série tertiaire la plus inférieure jusqu'au sommet de l'échelle, on trouve des terrains lacustres ou fluviatiles attenant à des terrains franchement marins. Lorsque ces dépôts lacustres ont un certain développement, il est facile de les faire figurer sur une carte, mais parfois ils sont réduits à l'épaisseur de quelques centimètres. En sens contraire, on trouve souvent de minces bancs de coquilles marines au milieu de puissantes marnes d'eau douce.

Il résulte de ces doutes que je n'ai pas jugé à propos de tracer une limite dans la légende, qui, au fond, est une coupe théorique des terrains pour distinguer les deux principales divisions du terrain tertiaire, l'éocène et le miocène; où finit l'éocène, où commence le miocène dans nos environs? La question est à l'étude depuis plus de vingt-cinq ans et n'est pas encore résolue; quelques espèces du grès de Beauchamp, par exemple, remontent la série et se retrouvent dans les sables de Fontainebleau. D'un autre côté, si l'on en croit les auteurs allemands, nous n'aurions pas du tout de

miocène dans le bassin de Paris, l'éocène finirait aux sables de Beauchamp, puis l'*oligocène* comprendrait tous les dépôts, depuis le calcaire de Saint-Ouen jusqu'aux calcaires et aux meulières supérieures de la Beauce, le vrai miocène ne commencerait qu'aux faluns de la Touraine qui manquent ici. Cette opinion, qui n'a pas encore pénétré dans l'enseignement en France, y fait cependant des progrès, je ne serais pas éloigné de croire que les paléontologistes qui connaissent le mieux le pays ne l'adoptassent tôt ou tard.

Les divisions que nous établissons dans le terrain tertiaire et dans d'autres pour faciliter nos études, n'existent peut-être pas dans la nature ; le phénomène de la vie à la surface de la terre depuis qu'elle existe, n'est pas nécessairement lié aux phénomènes physiques qui s'y sont succédés, et ne les a certainement pas suivis pas à pas ; la durée des espèces est jusqu'à un certain point indépendante des révolutions qui se sont passées de leurs temps et sous leurs yeux. Une espèce apparait, elle peuple une région, une aire de la surface, elle arrive à son maximum de développement, puis elle disparaît peu à peu et finit par s'éteindre tout à fait; telle espèce a traversé un grand nombre de couches sédimentaires, elle a vécu longtemps; telle autre s'est cantonnée dans d'étroites limites, son existence a été plus courte ; on peut même remarquer en passant que ce sont les invertébrés les plus inférieurs qui ont vécu le plus longtemps, on en trouve qui ont traversé tous les âges géologiques, tandis que les vertébrés supérieurs, les mammifères ont une existence bien plus limitée. Il faut donc reconnaître ici qu'il y a indépendance entre ces phénomènes vitaux et ceux qui résultent des phénomènes physiques qui se succèdent et façonnent notre

croûte terrestre. La solidarité n'est pas complète entre le règne organique et le règne inorganique, l'un ne marche pas nécessairement à la suite de l'autre.

Quand nous établissons nos divisions en terrain éocène et terrain miocène, par exemple, ces divisions comprennent les terrains avec les populations qui les ont habités, mais est-il bien prouvé que ces deux éléments marchent toujours d'accord? De là naissent des doutes, des difficultés que je ne fais qu'indiquer en passant; on comprendra dès lors pourquoi je n'ai pas cru devoir adopter la séparation en éocène et en miocène.

Quant au terrain quaternaire qui occupe une si grande place dans les discussions actuelles, il en occupe une très-petite sur ma carte, il est presque complétement laissé en blanc, par la raison qu'à l'échelle de $\frac{1}{320000}$, il n'était pas possible de le figurer nettement.

Ce terrain dans le bassin de Paris se rencontre presque partout, sur les plateaux les plus élevés, comme au fond des vallées, c'est pour ainsi dire un manteau continu qui couvre tous les terrains sous-jacents, comme la terre végétale avec laquelle il est souvent difficile de le distinguer; il exigerait une carte spéciale pour être bien représenté.

Il est composé de matériaux de transport qui ne se sont pas consolidés comme aux époques géologiques antérieures, mais qui sont restés à l'état mobile: ce sont, comme dans tous les pays, des sables, des graviers, des cailloux, des blocs, qu'on désigne en commençant par le bas, sous les noms de *diluvium gris*, *diluvium rouge*, *loess;* comment distinguer leur âge précis, leurs rapports avec les diluvium des autres contrées, leurs relations avec les anciens glaciers? La question devient difficile à ré-

soudre; néanmoins, les données paléontologiques sont celles qui paraissent devoir répandre le plus de jour sur ce sujet, c'est ainsi qu'en étudiant l'époque de la disparition des espèces fossiles, M. Lartet est arrivé à des résultats intéressants; suivant cet habile observateur, les espèces caractéristiques de la période quaternaire sont au nombre de neuf. Ce sont : 1. Ursus spelæus; 2. Hyena spelæa; 3. Felis spelæa; 4. Elephas primigenius; 5. Rhinoceros tichorhinus; 6. Megaceros hibernicus; 7. Cervus tarandus; 8. Aurochs; 9. Urus. Il trouve que l'ours disparaît le premier, puis vient le tour de l'éléphant et du rhinocéros, ensuite le renne, enfin l'urus. Il en déduit quatre âges chronologiques, portant les noms des espèces caractéristiques :

L'âge de l'Ours,
L'âge de l'Eléphant et du Rhinocéros,
L'âge du Renne,
Et l'âge de l'Urus.

Ces âges s'appliquent, bien entendu, au sol de la France; il n'est pas encore démontré qu'ils puissent s'étendre partout. Il faut remarquer ensuite qu'ils sont complétement indépendants de la nature physique des dépôts, que ce soit dans les sables, dans les graviers, dans les cailloux ou dans les cavernes que l'on trouve ces mammifères, peu importe, leur disparition successive n'en est pas influencée.

On verra dans un coin de ma carte une note de M. Lartet indiquant les principales localités où l'on a trouvé des vertébrés et quelquefois des silex taillés de main d'homme dans le terrain quaternaire.

E. Collomb.

DESCRIPTION

D'UN APPAREIL DE SONDAGE

PROPRE A MESURER LA PROFONDEUR DES LACS

SUIVIE DE

QUELQUES RÉSULTATS OBTENUS SUR CEUX DE GENÈVE, DE THOUNE, DE BRIENZ ET DE FLUELEN

PAR

M. Charles MARTINS

La profondeur des divers lacs de la Suisse n'est pas suffisamment connue : c'est ce qui ressort évidemment du texte qui accompagne la belle carte hypsométrique de ce pays, publiée récemment par M. Ziegler à Winterthur[1]. Pour hâter le moment où les profils de tous ces lacs pourront être tracés comme ceux du lac de Neuchâtel[2] par M. Guyot, du lac de Lugano par M. Lavizzari[3] et du lac de Zurich et du lac de Genève jusqu'à Yvoire dans les cartes topographiques de ces deux cantons, je crois devoir consigner ici le résultat de quelques sondages et surtout la description de l'appareil très-commode que j'ai employé. La facilité de l'exécution engagera peut-être quelques riverains des lacs helvétiques à exécuter un travail aussi complet que ceux dont je viens de parler. Ma ligne de sonde était en soie blanche écrue, composée de trois brins tordus ensemble ; son diamètre de deux milli-

[1] *Zur Hypsometrie der Schweiz*, p. VI.

[2] *Mémoires de la Société des Sciences natur. de Neuchâtel*, t. III, 1846.

[3] *Carta della profundata del Ceresio*.

mètres, sa longueur de 600 mètres. Quoique très-fines, ces lignes peuvent porter un poids considérable, mais un plomb de sonde de deux à trois kilogrammes garni de suif à son extrémité inférieure est parfaitement suffisant pour sentir le fond à ces profondeurs et rapporter un échantillon du sable qui le recouvre. Cette ligne s'enroule sur un cylindre de bois plein, légèrement évidé dans le sens de sa longueur, qui est de $0^{m},35$, tandis que le diamètre aux deux extrémités mesure $0^{m},13$. Ce cylindre est traversé par un axe en fer ayant un centimètre de diamètre et faisant saillie de chaque côté du cylindre en bois, d'un côté de $0^{m},05$, de l'autre de $0^{m},07$. Cette dernière extrémité est terminée par une partie carrée de 11 millimètres de longueur, dans laquelle s'emboîte une manivelle et une vis cylindrique destinée à recevoir l'écrou qui maintient la manivelle. Les deux extrémités de l'axe sont reçus dans deux trous ou tourillons garnis de fer, percés à travers deux forts piquets ayant un mètre de longueur. Ces deux piquets sont terminés en bas par deux pointes en fer, et renflés dans la partie percée des trous destinés à recevoir les deux extrémités de l'axe du cylindre d'enroulement de la ligne. Le diamètre de ces deux trous est de 15 millimètres, de manière à ce que l'axe y tourne facilement, et ils sont situés à $0^{m},10$ au-dessous de l'extrémité supérieure des piquets.

L'appareil se place à l'arrière du bateau, les piquets sont appuyés contre le bordage. On introduit les deux extrémités de l'axe du cylindre d'enroulement dans les trous des piquets et on ajuste la manivelle; puis on fixe les piquets en enfonçant leurs pointes dans le fond du bateau, et on les attache solidement avec des cordes aux membrures du bordage ou à des clous plantés préala-

blement dans le bois. Le chef libre de la ligne doit être dirigé vers le bateau, de façon à ce que le plomb de sonde pende entre le bateau et le cylindre d'enroulement. Quand on veut sonder, on laisse la ligne se dérouler sur le cylindre en modérant un peu le mouvement de rotation avec la main placée sur le côté du cylindre; un léger mouvement d'arrêt annonce que le plomb a touché ce fond. On saisit alors la ligne avec la main et en la retirant et la laissant aller alternativement, on s'assure que le plomb a touché le fond. Des marques disposées le long de la ligne, de 10 en 10 mètres, donnent la profondeur. Je préférais attacher moi-même des marques de forme et de couleur variées à la ligne quand elle avait atteint le fond de l'eau et mesurer ensuite les diverses profondeurs sur le rivage. Pour cela, je plantais en terre deux fiches en fer à la distance de 10 mètres l'une de l'autre et j'enroulais la ligne sur ces fiches, notant chaque fois le nombre de mètres correspondant à chaque marque. Ce procédé a l'avantage de faire sécher parfaitement la ligne de sonde après chaque opération.

Mes sondages ont été exécutés en 1841 et 1846. Dans les quatre lacs que j'ai étudiés, j'ai cherché à découvrir le point le plus profond en consultant des documents antérieurs, en interrogeant les pêcheurs et en tenant compte des accidents orographiques du rivage. On verra que j'ai souvent été induit en erreur.

Lac Léman.

2 juillet 1846, 8 heures du matin, à 4 kilomètres en face du village de Lutry (canton de Vaud), le clocher de ce village restant à 50° et celui de Cully à 80° dans l'Est du méridien magnétique:

Profondeur............................ 304 mètres.
Température de l'eau à la surface........... 18°,9
Température de l'air..................... 18°,4

3 juillet, 9 heures du soir, à 60 mètres au devant de la façade du château de Chillon du côté du lac :

Profondeur............................ 64 mètres.
Température de l'eau à la surface.......... 22°,4
Température de l'air..................... 21°,0

4 juillet, 7 heures du matin, à 400 mètres dans l'O.S.O. du château de Chillon :

Profondeur du lac...................... 78 mètres.
Température de l'eau à la surface.......... 21°,1
Température de l'air..................... 21°,0

Lac de Brienz.

5 septembre 1841, 3 heures 30 minutes du soir. Sur une ligne de Brienz au Giessbach, à un tiers de la largeur du lac du côté de la cascade :

Profondeur du lac...................... 214 mètres.
Température de la surface................. 12°,7
Température de l'air..................... 12°,5

5 septembre 1846, 7 heures du soir, à 60 mètres du rocher appelé le Rauft, en face de Brienz vis-à-vis du point connu sous le nom : *der weisse Schild* :

Profondeur du lac...................... 133 mètres.
Température de l'eau à la surface........... 17°,5
Température de l'air..................... 17°,8

6 septembre 1841, midi. Au milieu du lac, en face du promontoire de Senng :

Profondeur du lac...................... 263 mètres.
Température de l'eau à la surface........... 13°,5
Température de l'air..................... 17°,8

Même jour, 3 heures, au milieu entre l'église et la ruine de Ringenberg et le village de Bœningen :

Profondeur du lac........................	160 mètres.
Température de l'eau à la surface..........	12°.2
Température de l'air.....................	14°.8

Lac de Thoune.

18 septembre 1846, 6 heures 30 minutes du matin. Au milieu d'une ligne joignant les villages de Nieder-Sundlaunenen et Darlingen :

Profondeur du lac........................	190 mètres.
Température de la surface de l'eau.........	13°,9
Température de l'air.....................	16°,1

Lac de Fluelen.

23 septembre 1846, midi 30 minutes du matin. Au milieu du lac, en face de l'Axenberg, sur une ligne allant de la chapelle de Guillaume Tell au village d'Isleten :

Profondeur du lac........................	191 mètres.
Température de l'eau à la surface..........	16°,2
Température de l'air.....................	19°,8

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

G. Neumayer. Sur la vapeur aqueuse et la radiation terrestre. *(Philosophical Magazine,* Supplément de juin 1866.)

L'auteur, dans une lettre adressée à M. Tyndall, rend compte d'une longue série d'observations sur ce sujet faites à Melbourne depuis 1858 à 1863, soit le jour, soit la nuit, toutes les fois que le ciel était serein et le zénith complétement dépourvu de nuages. La tension de la vapeur aqueuse et le degré d'humidité relative ont été constatés au moyen du psychromètre d'August et de l'hygromètre aspirateur de Döbereiner-Regnault. Les thermomètres employés avaient été gradués sur ceux de l'observatoire de Kew, et les réductions ont été effectuées d'après les tables de Regnault.

L'appareil dont s'est servi l'auteur pour constater l'intensité de la radiation, consiste en un thermomètre minimum à esprit de vin de Kew, dont la boule se trouvait ajustée au foyer d'un réflecteur parabolique poli et argenté, large de 6,4 pouces et profond de 2.4 pouces. Ce réflecteur reposait sur du coton placé dans une boîte, et se trouvait garanti des rayons du soleil par de petites parois latérales, qui lui formaient une espèce d'abri, tout en laissant le zénith à découvert sur un espace de 38° environ. Le foyer du réflecteur se trouvait à un pied et demi au-dessus du sol environnant. Le psychromètre était placé à côté de l'appareil, et pour servir de contrôle, un second thermomètre, placé sous le couvert, était constamment comparé avec le thermomètre étalon de Kew.

Les résultats obtenus par l'auteur sont contenus dans quatre tableaux, divisés chacun en quatre colonnes. Dans la première

colonne du tableau n° 1 se trouve le nombre d'observations simultanées faites dans chaque cas; la seconde colonne indique la pression moyenne de la vapeur aqueuse ; la troisième, la température moyenne de l'atmosphère ; la quatrième, enfin, la différence moyenne entre la température de l'air et celle de la radiation, telle qu'elle est indiquée par l'appareil décrit ci-dessus. Les résultats ont été rangés conformément à la valeur de la tension aqueuse.

Le tableau n° 2 montre le rapport qui existe entre le degré d'humidité relative de l'air et la différence de radiation. Cette humidité relative a été calculée pour chaque série d'observations, dont le nombre total a dépassé quatre mille. Pour montrer que la diminution dans la radiation qui accompagne l'augmentation de vapeur aqueuse ne provient pas, comme on pourrait le supposer, d'une diminution dans la température de l'atmosphère, et que le réflecteur parabolique est sans influence sous ce rapport, l'auteur donne dans un troisième et quatrième tableau l'indication de l'influence que la température de l'air seul peut exercer sur l'appareil de radiation.

Les résultats de ces tableaux peuvent être résumés comme suit :

(a) La quantité absolue de vapeur aqueuse contenue dans l'atmosphère ne suffit pas pour constituer à elle seule un critérium du degré de radiation; ou tout au moins, l'appareil employé n'était pas suffisamment délicat pour apprécier le degré de son influence.

(b) La quantité absolue de vapeur aqueuse contenue dans l'atmosphère à une température donnée, ou en d'autres termes, l'humidité relative de l'air, exerce une grande influence sur la radiation terrestre, en ce sens, que l'effet de cette radiation est d'autant moins apparent que l'humidité relative de l'air est plus considérable. Cette loi se vérifie, quoique d'une façon moins évidente, même par les temps très-secs, quoique dans ce cas le ciel soit presque toujours plus ou moins couvert de cirris à peine perceptibles. De plus, comme

le remarque l'auteur, lorsque le temps est excessivement sec, surtout par un vent chaud, il y a presque toujours plus ou moins de poussière flottant dans les basses régions de l'atmosphère, qui doit tendre à intercepter d'une manière notable la radiation terrestre, lors même que le ciel est parfaitement serein[1]. Malgré cette circonstance, M. Neumayer estime l'accroissement dans la radiation terrestre de 15 à 30 pour cent par un temps très-sec comparé à un temps plus ou moins humide.

On trouve dans le numéro de juillet du *Philosophical Magazine* une note du colonel Strachey relative à une série d'observations sur le même sujet faites à Madras pendant une période de quatre ans, et desquelles il résulte que le degré d'abaissement de la température, pendant une suite de nuits en apparence également sereines, s'est trouvé presque constamment en raison inverse de la tension de la vapeur aqueuse renfermée dans l'atmosphère. Nous citerons comme exemple le tableau suivant, résultat d'observations faites entre le 4 et le 25 mars 1850, période pendant laquelle le ciel est resté constamment clair, avec de grandes variations dans la quantité de vapeur aqueuse.

Tension de la vapeur	Pouce ,888	,849	,805	,749	,708	,659	,605	,554	,435
Abaissement de température entre $6^h 40^m$ P. M. et $5^h 40^m$ A. M.	Centig 3°,3	4°	4°,6	4°,7	5°,7	7°	6°,7	7°,3	9°,1

On sait que M. Tyndall a montré que la vapeur aqueuse intercepte beaucoup moins les rayons solaires que la chaleur obscure provenant de la radiation terrestre. M. Strachey est arrivé au même résultat dans une série d'observations sur les variations dans les effets calorifiques du soleil, suivant que

[1] M. Tyndall avait déjà montré que, sous ce rapport, l'action de la fumée contenue dans l'atmosphère de Londres est peu de chose en comparaison de celle de la vapeur aqueuse qu'elle renferme.

l'atmosphère est plus ou moins imprégnée de vapeur aqueuse. Le tableau suivant contient un résumé de ses observations à ce sujet à Madras pendant le mois de mars 1850.

Tension de la vapeur	Pouce. ,824	,737	,670	,576	,511	,394
Élévation de température entre 5h 40m A. M. et 1h 40m P. M.	Centigr. 6°,9	8°,6	10°,7	12°,3	13°,5	15°

L'auteur fait remarquer qu'une objection qu'on pourrait faire, tirée de ce que la diminution si remarquable de la température nocturne par un temps sec pourrait bien être due au froid plus grand produit dans ce cas par l'évaporation, ne peut guères être soutenue, puisque la même cause aurait dû tendre à diminuer l'élévation de température pendant le jour, température qui, comme on vient de le voir, va toujours, au contraire, en augmentant d'une manière très-notable à mesure que l'air est plus dépourvu de vapeur aqueuse.

J. TYNDALL. SUR LA CALORESCENCE. (*Transactions Philosophiques*, 1866, 1re partie, et *Philosophical Magazine*, mai 1866.)

Le mémoire ci-dessus, présenté à la Société royale de Londres en novembre 1865, et qui vient de paraître dans les Transactions Philosophiques, n'est en très-grande partie que le développement du travail remarquable de M. Tyndall sur les radiations obscures et lumineuses, publié dans le Philosophical Magazine de novembre 1864, de son rapport à la « Royal Institution » dans sa séance du 20 septembre 1865, « sur les rayons invisibles de la lumière électrique ;» enfin d'un mémoire sur la calorescence, inséré dans le Philosophical Magazine de février 1865. Le premier de ces mémoires ayant été traduit en entier dans ce recueil[1], et un extrait des deux

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, janvier 1865.

autres ayant paru dans notre bulletin dès le mois suivant, nous n'indiquerons ici que les faits principaux dont il n'a pas été rendu compte dans nos numéros précédents.

On se rappelle que l'auteur a trouvé dans la combinaison du sulfure de carbone et de l'iode un moyen efficace pour séparer à peu près complétement les rayons purement calorifiques des rayons lumineux. La solution opaque de l'iode dans le sulfure de carbone arrête, en effet, la totalité des rayons visibles, tandis qu'elle accorde une libre transmission aux rayons calorifiques obscurs. Le mémoire déjà cité, sur la radiation lumineuse et obscure, contient des détails d'un haut intérêt sur les différents effets de combustion et de fusion obtenus au moyen des rayons obscurs de la lumière électrique et du soleil. Déjà en 1864, M. Tyndall était parvenu à allumer des allumettes, à enflammer du papier brun et à fondre des lames minces d'étain et de zinc placées au foyer des rayons calorifiques obscurs provenant de la lampe électrique, mais il n'avait pas encore réussi à rendre ces métaux incandescents. Il y est parvenu plus tard, en se servant d'un appareil composé d'une chambre en étain, dans l'intérieur de laquelle était placée la lampe électrique et son miroir. Le cône de rayons réfléchis passait par une ouverture large de 2 $^1/_4$ pouces pratiquée sur le devant, qui se réunissaient en un foyer en dehors de la chambre. Au-dessous de l'ouverture se trouvait un support sur lequel reposait la solution d'iode, de façon à fermer complétement l'ouverture et intercepter ainsi la totalité de la lumière. Pour prévenir le danger qui aurait pu résulter du réchauffement par l'effet de la radiation d'un liquide aussi inflammable que l'est le sulfure de carbone, l'ouverture était entourée d'un espace annulaire large de 2 $^1/_2$ pouces et profond de $^1/_4$ de pouce, à travers lequel circulait constamment un courant d'eau froide. C'est au moyen de cet appareil, et en se servant d'une pile de 50 couples, que l'auteur est parvenu à obtenir tous les phénomènes d'in-

candescence des métaux décrits dans un article précédent [1]. Il a cependant vainement cherché à obtenir, par le même procédé et l'emploi d'une pile encore plus forte, la fusion d'une feuille de platine recouverte de noir de fumée dans le but de favoriser l'absorption des rayons, mais qui disparaissait par l'effet même de l'intensité de la chaleur au moment où le platine approchait du point de fusion.

Jusqu'ici l'auteur s'était occupé exclusivement de la radiation invisible provenant de la lumière électrique, mais, ainsi qu'il le remarque, tous les corps solides portés à l'incandescence émettent ces rayons calorifiques invisibles, et plus le corps soumis à l'expérience est dense, plus aussi sa radiation obscure est intense. C'est ainsi que tous les effets de combustion et de calorescence décrits précédemment peuvent être obtenus au foyer des rayons invisibles émis par la lumière de Drummond, ou par celle produite en projetant une flamme oxyhydrogénée sur de la magnésie comprimée. L'auteur est aussi parvenu à produire une incandescence, à la vérité faible, mais parfaitement distincte, au foyer des rayons obscurs provenant du soleil. Il fait remarquer à ce sujet combien le rapport de la radiation obscure à la radiation visible est moindre dans le cas du soleil que dans celui de la lampe électrique, et de la plupart des autres corps incandescents. L'expérience, en effet, lui a prouvé que, tandis que la radiation obscure du soleil est le *double* seulement de la radiation visible, dans le cas de la lumière électrique la radiation invisible est égale à près de *huit* fois la radiation visible. Aussi parvient-on au moyen des rayons obscurs de la lumière électrique à chauffer le platine au rouge blanc, tandis que si l'on intercepte les rayons visibles du soleil, les rayons obscurs provenant de cet astre ne produisent dans les circonstances les plus favorables qu'une chaleur égale au rouge vif. D'autre part, la chaleur des rayons lumineux du soleil est si intense,

[1] *Archives des Sciences phys. et natur*, janvier 1865.

que l'auteur n'a pu réussir, malgré toutes les précautions qu'il a prises, à les faire passer au travers de la solution d'iode sans que celle-ci fût portée à l'ébullition au bout de deux ou trois secondes. Ce rapport si élevé de la radiation lumineuse à la radiation obscure doit être sans doute attribuée en partie à l'absorption d'une portion considérable de cette dernière par la vapeur aqueuse de l'atmosphère, mais il ne tend pas moins à montrer combien doit être énorme la température du soleil.

L'action des rayons invisibles de la lampe électrique a paru être plus énergique sur du papier noirci que sur du papier de toute autre couleur. L'auteur en conclut que le degré d'absorption de ces rayons n'est pas indépendant de la couleur. Du papier rouge, par exemple, exposé au foyer des rayons invisibles, est à peine charbonné, tandis que du papier noir s'enflamme à l'instant même. Ce sont là les deux limites extrêmes, les rayons rouges étant ceux qui paraissent être le moins absorbés. Les papiers verts, bleus et blancs se charbonnent plus ou moins promptement; le papier gris est percé à l'instant même en formant un anneau incandescent.

L'auteur rend ensuite compte de quelques expériences faites dans le but de déterminer le degré de calorescence qu'on peut obtenir à travers des verres de couleur différente. La première colonne de la table ci-jointe, dont nous ne donnons ici qu'un extrait, indique la couleur du verre employé; la seconde, l'effet observé sur un spectre brillant vu au travers du verre, et la troisième, l'apparence d'une feuille de platine platinisé placée au foyer, après que le faisceau a passé à travers le verre.

Couleur du verre.	*Examen prismatique*	*Calorescence.*
Rouge sombre	Le rouge seulement est transmis	Blanc sombre.
Rouge clair	Le jaune est intercepté.	Blanc intense.
Jaune	L'extrémité bleue absorbée en entier	Rouge vif avec jaune brillant au centre.

Couleur du verre.	*Examen prismatique.*	*Calorescence.*
Vert	Il a été transmis, outre le vert, une frange d'un rouge sombre et une bande bleue.	Non incandescent.
Pourpre (teinte moyenne).	Disparition de la portion centrale du spectre. . .	Orange vif.
Bleu (teinte moyenne) . .	Il a été transmis, outre le bleu, une bande d'un vert jaunâtre et le rouge extrême.	Rose rougeâtre.
Noir	Transmission d'une lumière d'un blanc verdâtre	Rouge sombre.

Il se présente ici ce fait singulier que, lorsque le faisceau de rayons provenant de la lampe électrique est intercepté par certains verres bleus, le platine incandescent placé au foyer brille d'une lumière rose bien caractérisée. Il en est de même lorsque le platine est placé au foyer des rayons invisibles. Si l'on introduit un verre d'un bleu pâle entre la solution d'iode et le foyer, la calorescence du platine est affaiblie au point qu'il est nécessaire que la chambre soit complétement obscurcie pour la faire ressortir d'une manière distincte, mais toujours avec la couleur rose. Un disque de papier charbonné placé au foyer des rayons obscurs, sans interposition de verre bleu, est devenu d'un blanc intense, mais lorsque le faisceau de rayons avait passé à travers du verre bleu, la couleur de la lumière émise par le carbone était d'abord d'un rose très-caractérisé, modifiée bientôt par l'action de l'oxygène de l'air, et la combustion du carbone s'étendait de tout côté sous l'apparence d'un cercle d'un blanc incandescent. Ce résultat serait de nature à faire supposer qu'il y a une lacune dans la calorescence, les atomes du platine oscillant en périodes rouges et bleues seulement, et non dans les périodes intermédiaires. L'auteur se réserve, au reste, de revenir sur ces dernières expériences.

Lorsqu'après avoir obtenu le thermographe des pointes de charbon (image produite par l'incandescence sur le platine), on introduit un verre d'un rouge très-claire entre la solution opaque et le platine, le thermographe diminue de grandeur et d'éclat; avec un verre d'un rouge foncé, le thermographe devient plus faible encore. Si, au contraire, on emploie un verre blanc, l'image des pointes de charbon empreinte sur la feuille de platine ne perd presque rien de son éclat. Il en a été de même en se servant d'un disque épais de verre d'un rouge rubis, coloré, non comme les verres rouges précédents, par le sous-oxyde composé de cuivre, mais par de l'or métallique. M. Tyndall cite des échantillons d'or sous forme gélatineuse, préparés par M. Faraday, lesquels, quoique presque complétement noirs, étaient diathermanes pour les rayons calorifiques obscurs, et ne diminuaient pas sensiblement l'éclat du thermographe. L'auteur termine en faisant remarquer que du verre fondu avec du charbon, de manière à devenir assez noir pour intercepter complétement les rayons lumineux du soleil, n'en transmet pas moins une proportion considérable de ses rayons calorifiques obscurs. Il en résulte une inexactitude évidente dans la température qu'accuse le thermomètre à boule noircie [1], puisque les rayons solaires, loin d'être absorbés en totalité par la boule noire, comme on l'a toujours supposé, passent, au contraire, en grande partie à travers ce verre noir, et étant réfléchis en dehors par le mercure, ne contribuent en rien à réchauffer la boule du thermomètre.

BECQUEREL. MÉMOIRE SUR LES ZONES D'ORAGES A GRÊLE DANS LE DÉPARTEMENT DU BAS-RHIN. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LXII, page 1266.)

Lorsque le temps est orageux, il existe dans l'atmosphère, sur une très-grande étendue, une prédisposition telle, que

[1] Voyez à ce sujet, *Archives des Sc. phys. et natur.*, avril 1866.

des causes locales produisent simultanément des orages dans des lieux plus ou moins éloignés, sans que les points intermédiaires soient atteints; cela résulte des observations recueillies par les soins de notre confrère M. Le Verrier.

Dans mes recherches sur les zones d'orages à grêle dans les départements du Loiret, de Loir-et-Cher et de Seine-et-Marne, je me suis attaché à montrer seulement quelles étaient celles des ces causes qui exerçaient une influence sur la chute de la grêle quand il en résultait dans les communes des dégâts constatés juridiquement.

Les zones d'orages à grêle telles qu'on les a conçues se composent des communes où la grêle commet ordinairement des dégâts appréciables et non celles où elle tombe d'une manière inoffensive; elles représentent donc les régions au-dessus desquelles se trouve ordinairement le fort des orages à grêle. Ces zones, qui ont une étendue restreinte, sont des éléments à prendre en considération dans la climatologie d'une contrée. On ne peut les tracer qu'en réunissant un très-grand nombre de documents qu'il est facile de se procurer auprès des préfectures et des compagnies d'assurances pour les départements du centre de la France, mais difficilement pour d'autres, notamment pour celui du Bas-Rhin où les compagnies font peu d'affaires, non pas parce qu'il y grêle rarement, mais bien parce que les parties ne s'entendent pas sur les conditions de l'assurance. Le travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie sur le tracé des orages à grêle dans ce département n'est donc pas aussi complet que celui qui concerne les trois départements mentionnés précédemment; néanmoins il a son degré d'utilité, puisqu'il conduit aux mêmes conséquences.

Le Bas-Rhin est situé entre les montagnes des Vosges et le Rhin; il est le département le plus boisé de la France, après celui de la Nièvre; sa superficie forestière est le 0,3188ᵉ de la superficie total : ce sont ces motifs qui m'ont engagé à

déterminer les zones d'orages à grêle malgré le petit nombre de renseignements que j'ai pu recueillir auprès des compagnies d'assurances.

Il est à remarquer toutefois que ce département se livre à une culture, à celle du tabac, plante tellement impressionnable, qu'une fois touchée par un grêlon elle languit et souvent meurt. Il en résulte qu'une grêle, qui n'endommagerait pas sensiblement un champ de blé, compromettrait beaucoup la récolte d'un champ de tabac. C'est là une considération à laquelle il faut avoir égard et qui est peut-être une des causes des difficultés que les propriétaires éprouvent à faire assurer les récoltes de tabac.

Les zones d'orages à grêle tracées sur la carte du Bas-Rhin, d'après les principes précédemment adoptés, sont au nombre de trois, une grande et deux petites : la grande occupe une bonne partie de l'arrondissement de Strasbourg qui est la plus dépourvue de forêts ; elle s'étend au nord jusqu'à Bischwiller, Minswersheim et Wichersheim ; à l'est jusqu'au Rhin ; au sud jusqu'à Nordhausen et Dorlisheim, et à l'ouest jusqu'à Holtzheim et Waltenheim.

La première petite zone se trouve entre les forêts de Haguenau et de Bienwald ; la seconde, partie dans l'arrondissement de Strasbourg, partie dans l'arrondissement de Saverne.

La périodicité des orages à grêle, qui est si remarquable dans les départements du Loiret, de Loir-et-Cher et de Seine-et-Marne, a lieu également dans le Bas-Rhin. La principale période s'est montrée dans la grande zone, de 1857 à 1863.

Il restait à examiner ce qui se passe dans les forêts de ce département pendant les orages à grêle. J'ai été à même d'étudier cette question à l'aide des Rapports que notre confrère M. Daubrée avait demandés en 1844 à MM. les agents forestiers sur la climatologie du département, et qu'il a eu l'obligeance de me communiquer. Tous ces rapports montrent qu'il grêle très-rarement dans les forêts et toujours

d'une manière inoffensive, et qu'il existe même des parties où il n'avait pas grêlé depuis trente ans.

Les forêts, comme je l'ai dit dans mes deux précédents mémoires, n'arrêtent pas brusquement les orages à grêle; les lisières placées sous le vent de ces orages sont quelquefois atteintes, mais ils perdent peu à peu de leur intensité en pénétrant dans l'intérieur, tandis que les terres situées au delà de la forêt sont en général préservées, comme cela a lieu dans les départements du Loiret et de Seine-et-Marne.

CHIMIE.

C.-W. Blomstrand. Om Tantalmetallerna... Sur les métaux du tantale : 2me partie : Columbites et tantalites. (*Mémoires de l'Université de Lund pour 1865.*)

Comme il l'avait déjà annoncé dans des notes antérieures, M. Blomstrand reconnaît l'exactitude des recherches de M. Marignac sur le niobium, et il admet ses conclusions sur la constitution de l'acide niobique et de l'acide tantalique.

La partie originale de son travail est l'analyse de plusieurs minéraux (niobites et tantalites) dans lesquels il constate, tout comme M. Marignac, l'association constante de l'acide niobique et de l'acide tantalique.

M. Blomstrand a reconnu que l'acide tantalique se trouve, mais en très-faible quantité, dans la columbite du Groënland (3 à 4 pour cent d'après M. Marignac). L'acide niobique remplace, dans le tantalite de Björkboda, une minime proportion d'acide tantalique. Le tantalite de Tammela a donné 84.05 d'acide tantalique un peu niobifère : la formule FeO, Ta^2O^5 exige 85.54 d'acide pur.

Une niobite de Haddam ayant 6.151 de densité a donné 51.53 d'acide niobique et 28.55 d'acide tantalique. (M. Marignac a trouvé 30.4 à 31.5 pour ce dernier.) La formule de

cette variété est sensiblement $Fe O, Ta^2 O^5 + 3 (Fe O, Nb^2 O^5)$. L'analyse de deux niobites de Bodenmais a fourni :

Poids spécifique.	$Nb^2 O^5$	$Ta^2 O^5$
5.75	56.43	22.79
6.26	48.87	30.58

M. Marignac indique :

Poids spécifique.	Acide tantalique.
5.74	13.4
5.92	27.1
6.06	35.4

M. Blomstrand a rencontré dans l'yttrotantalite jaune 16 pour cent d'acide niobique, et il a en outre constaté la présence de 5 pour cent d'acide tantalique dans la fergusonite d'Ytterby.

Les méthodes analytiques suivies par le chimiste suédois, plus laborieuses et moins directes que celle de M. Marignac, ne permettent pas d'arriver à des résultats d'une approximation aussi grande. Mais, néanmoins, dans leur ensemble elles confirment pleinement les données dues à notre compatriote. M. D.

H. Carrington Bolton. Ueber die Fluorverbindungen...... Sur les combinaisons de l'urane avec le fluor. (*Zeitschrift für Chemie*, 1866, p. 353.)

Protofluorure d'urane. ($U Fl^2$). L'acide fluorhydrique aqueux attaque l'oxyde vert d'urane avec élévation de température et donne une dissolution jaune accompagnée d'un dépôt vert pulvérulent, insoluble, très-difficile à laver même à travers un quadruple filtre. Les acides étendus ont peu d'action sur le précipité ; l'acide nitrique concentré le dissout seulement à la longue ; une ébullition avec une lessive de soude le décompose en produisant de l'oxyde uraneux noir et du fluorure de sodium : il est hygroscopique quoique anhydre et.

par une forte calcination sur une feuille de platine, il se transforme en oxyde uranoso-uranique.

On obtient plus facilement ce fluorure pur en faisant bouillir la solution jaune d'oxyfluorure avec du protochlorure d'étain aussi longtemps qu'il se forme un précipité vert : il faut ajouter de temps en temps un peu d'acide fluorhydrique.

Le protoxyde d'urane est attaqué seulement à la longue par l'acide fluorhydrique, mais son hydrate récemment précipité est rapidement transformé en fluorure. La dissolution de protochlorure donne avec l'acide fluorhydrique un précipité vert extraordinairement volumineux. Le protofluorure d'urane chauffé dans un courant d'hydrogène dégage de l'acide fluorhydrique et laisse une masse rougeâtre insoluble dans l'eau, à peine attaquable par les acides et qui est probablement un sous-fluorure.

Oxyfluorure. (UO) Fl. Les données de l'auteur confirment simplement celles de Berzélius.

Fluoxyuranate de potassium. 3KFl,2(UOFl). On obtient ce sel de diverses manières, entre autres en précipitant par le fluorure de potassium en excès une solution de nitrate d'urane; le dépôt cristallin jaune citron est lavé à l'eau froide, puis recristallisé à chaud. Par le refroidissement d'une solution saturée, il se dépose en croûtes cristallines, parmi lesquelles on reconnaît des prismes rhomboïdaux obliques ; l'évaporation spontanée fournit des cristaux nets mais mâclés, appartenant au système du prisme carré. La fusion décompose partiellement ce sel, il forme dans cet état un liquide rouge qui redevient jaune en se solidifiant par le refroidissement.

La calcination à l'air lui fait perdre son fluor, en sorte qu'il ne reste que de l'uranate de potasse rouge cramoisi à chaud et jaune-orangé à froid. Quoique ce fluosel ait une réaction faiblement acide, il n'attaque pas le verre, même à l'ébullition. L'alcool et l'éther ne le dissolvent pas : 100 p.

d'eau à 21° en prennent 12.5 p. L'hydrogène le décompose et le résidu qui résulte de son action consiste en oxyde uraneux, fluorure uraneux et fluorure de potassium.

Fluoxyuranate de sodium. NaFl,2(UOFl)+4aq. L'auteur a obtenu une seule fois de très-beaux prismes rhomboïdaux obliques, avec la composition ci-dessus, en évaporant dans l'exsiccateur un mélange de nitrate d'urane et de fluorure de sodium. Une seule fois aussi, une dissolution d'uranate de soude dans l'acide fluorhydrique, concentrée sur l'acide sulfurique, a reproduit les mêmes cristaux; toutes les autres tentatives ont échoué par suite de la facilité avec laquelle le fluorure de sodium se sépare le premier. Ce sel est efflorescent dans un air sec, fond quand on le calcine et se décompose finalement avec formation d'uranate de soude.

Fluoxyuranate d'ammonium. AmFl,2(UOFl)+x aq (?). Obtenu par la dissolution fluorhydrique de l'uranate ammonique. Cristaux mal conformés, décomposables par le feu, très-solubles dans l'eau, un peu moins dans l'acide fluorhydrique et pas du tout dans l'alcool; non analysés.

Fluoxyuranate de baryum. $3BaFl^2,4(UOFl)+2$ aq. L'addition du fluo-sel de potasse dans du chlorure de baryum produit un précipité volumineux, jaune citron, qui devient cristallin et se lave bien à l'eau froide. L'eau bouillante en dissout les traces. les acides étendus le dissolvent au contraire facilement.

Fluorure uranoso-potassique. $KFl,2(UFl^2)$. La solution de fluoxyuranate potassique mélangée avec de l'acide formique et exposée aux rayons solaires se décolore assez rapidement en abandonnant un précipité vert qui, lavé et desséché à 100°, ressemble tout à fait au protofluorure d'uranium. C'est un sel double insoluble dans les acides étendus et très-soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant. L'acide sulfurique en dégage de l'acide fluorhydrique et il reste du sulfate uraneux et du sulfate de potasse. Calciné au contact de l'air sur une feuille de platine, il se décompose en acide fluorhydri-

que et uranate de potasse ; si la calcination a été faite dans un tube fermé, le résidu consiste en protoxyde d'urane en suspension dans le fluorure de potassium. Une lessive chaude sépare de ce fluorure double du protoxyde d'urane hydraté. L'acide oxalique n'agit pas tout à fait de la même manière que l'acide formique sur le fluoxyuranate de potassium : au commencement il se précipite bien du fluorure uranoso-alcalin, mais ensuite il y a production d'hydrate uraneux rouge brun ; on peut du reste séparer facilement ce dernier au moyen des acides étendus.

Fluorure uranoso-sodique. S'obtient comme le précédent, mais paraît un peu soluble, du moins la liqueur conserve-t-elle une couleur verte. Non analysé.

M. Bolton a examiné l'action de diverses solutions métalliques sur le fluoxyuranate potassique et il a constaté qu'il y a précipitation avec les chlorures de baryum et de calcium, l'acétate de plomb et pas d'action avec les sels d'argent, de cuivre, de mercure, de zinc et de platine. M. D.

F. Wöhler. Verbindungen des Magnesiums.... Combinaisons du magnésium et du calcium avec l'aluminium. (*Annalen der Chem. und Pharm.*, t. 138, p. 253.)

L'alliage d'*aluminium* et de *magnésium* s'obtient en fondant ensemble les deux métaux sous une couche de sel commun. En prenant des poids équivalents de chacun d'eux, on a une masse d'un blanc d'étain, très-fragile, à cassure esquilleuse, dont les fragments, chauffés au rouge, s'allument et brûlent, comme le magnésium, avec une flamme blanche. Quatre équivalents de magnésium et un d'aluminium donnent une masse semi-ductile qui, après un séjour d'une journée dans l'eau, s'y divise en minces lamelles métalliques sans dégagement de gaz.

Ces deux alliages sont certainement des mélanges renfer-

mant un composé à proportions définies, insoluble dans le sel ammoniac et la lessive de soude froide. Dans une solution de sel ammoniac ils dégagent l'un et l'autre abondamment de l'hydrogène, en même temps qu'il se précipite une poudre métallique très-brillante, d'un blanc d'étain. La solution contient alors beaucoup de magnésie, et celle que l'on a obtenue avec l'alliage le plus riche en aluminium se trouble fortement par suite d'un dépôt d'aluminate de magnésie. La poudre métallique traitée par le sel ammoniac aussi longtemps qu'elle a dégagé de l'hydrogène, puis lavée avec une lessive de soude et séchée, brûlait en projetant de brillantes étincelles, quand on l'introduisait dans une flamme; chauffée au rouge dans un tube étroit, à l'abri de l'air, elle donnait lieu à un dégagement d'hydrogène; M. Wöhler en conclut qu'elle retenait encore de l'hydrate de l'alumine, dont il a essayé en vain de la débarrasser pour pouvoir ensuite l'analyser.

L'alliage *calcium-aluminium* prend naissance quand on fond environ poids égaux de sodium et aluminium avec un grand excès de chlorure de calcium. Il forme un régule bien rassemblé, gris de plomb, à cassure largement lamellaire, doué d'un vif éclat, pesant spéc. 2.57, inaltérable à l'eau et à l'air. Traités par l'acide chlorhydrique, ces différents alliages se dissolvent en produisant les chlorures ordinaires sans qu'il y ait formation d'un composé d'aluminium analogue au silicon.

M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Emile Blanchard. Les Poissons des eaux douces de la France, in-8°, avec 151 figures sur bois. Paris, Baillière et fils, 1866.

Le livre de M. Blanchard peut se diviser en trois parties, dont deux sont surtout destinées aux gens du monde, et dont la troisième est plutôt écrite en vue des naturalistes.

La première partie, formant en quelque sorte une introduction, contient une histoire de l'Ichthyologie, ainsi qu'une série de chapitres sur l'anatomie et la classification des poissons. La seconde partie est consacrée à l'histoire naturelle particulière des poissons d'eau douce de la France. Outre la description des genres et des espèces, on y trouve beaucoup de détails sur la nourriture, la reproduction, le genre de vie et les mœurs des poissons. Cette partie est complétée par des considérations sur la distribution géographique des espèces. Enfin le volume se termine par une histoire économique des poissons d'eau douce, ainsi que par des renseignements sur la législation relative à la pêche et au commerce de ces animaux.

M. Blanchard décrit 86 espèces qui habitent d'une manière permanente les rivières, les lacs et les étangs, ou qui les fréquentent temporairement (anguilles, saumons, etc). Sur ces 86 espèces, 19 sont nouvelles; c'est une assez forte proportion pour un pays comme la France, dont on pouvait croire la faune ichthyologique assez bien connue. Un petit nombre de genres ont fourni ce contingent de nouveautés; ainsi sur 13 espèces de *Gasterosteus*, 7 sont nouvelles. Nous nous demandons si les caractères, en apparence fort précis, qui servent à distinguer ces poissons sont aussi constants que le pense M. Blanchard. Ce qui nous en ferait douter, c'est l'examen d'une série d'Epinoches récoltés dans le canal du Midi et dans les étangs salés des environs de Cette par M. G. Lunel, conservateur du Musée de Genève. Ces Epinoches, qui paraissent appartenir tous à une même espèce, présentent de nombreuses variations dans le nombre et dans les dimensions des plaques de leur cuirasse osseuse. Il y a plus encore : M. Lunel nous a montré que le nombre de ces plaques n'était pas toujours le même du côté droit que du côté gauche.

Les genres *Alburnus*, *Squalius* et *Chondrostoma* sont ceux qui, après les Gasterosteus, ont fourni le plus grand nombre

d'espèces nouvelles. Mais la plus intéressante des découvertes de M. Blanchard est, sans contredit, celle de son *Blennius alpestris*, jolie espèce trouvée dans une petite rivière torrentueuse qui se verse dans le lac du Bourget. L'on n'avait encore signalé aucun poisson de ce genre dans une localité aussi éloignée de la mer et aussi alpestre.

Par sa forme et par les généralités qu'il renferme, l'ouvrage de M. Blanchard semble destiné aux commençants et aux gens du monde; toutefois, par l'importance de sa partie descriptive, il sera un manuel indispensable à tous les naturalistes qui s'occupent des poissons d'eau douce de l'Europe.

H.

A. Duméril. Observations sur la reproduction des Axolotls. (*Bulletin de la Société impériale d'acclimatation*. Paris, 1866.

La ménagerie d'histoire naturelle de Paris possédait au commencement de l'année 1865 six axolotls donnés par le Jardin d'acclimatation. Ces animaux ont produit jusqu'ici quatre pontes aux mois de janvier et de mars 1865 et de janvier et février 1866. Presque tous les œufs ont été fécondés. Un assez grand nombre de sujets ont péri pendant les premiers temps de leur vie ou ont servi aux recherches anatomiques sur le développement de l'embryon, et cependant quarante-trois individus des deux premières pontes et un très-grand nombre des deux dernières sont encore survivants. L'étude faite par M. Duméril du développement des œufs et des métamorphoses des larves a révélé, pour six des axolotls de la première ponte et trois de la seconde, des faits entièrement imprévus.

Le développement s'était fait d'une manière régulière et, parvenus à la taille $0^m,21$, les animaux nés en captivité n'étaient plus dépassés par leurs parents que de quatre à cinq centimètres, lorsque, à partir du commencement de septembre 1865 jusqu'au milieu d'octobre, survinrent des chan-

gements considérables. Les houppes branchiales disparurent, ainsi que la crête membraneuse du dos et de la queue; la forme de la tête se modifia un peu: enfin sur les membres et sur le corps se montrèrent de nombreuses petites taches irrégulières d'un blanc jaunâtre qui contrastait avec la teinte brun noirâtre générale. A ces modifications externes correspondent des modifications internes comparables à celles que présentent les batraciens Urodèles en passant de l'état larvaire à l'état parfait: l'appareil hyoïdien se simplifie extrêmement; la face articulaire antérieure du corps des vertèbres devient presque plane, de concave qu'elle était; les dents vomériennes se déplacent par suite d'une modification des os qui les portent et ne constituent plus qu'une seule rangée presque transversale, au lieu des deux petites bandes obliques de la larve: enfin de petites dents qui, chez les axolotls, étaient réunies de chaque côté sur plusieurs rangs, ne se voient plus après la métamorphose.

Cette découverte imprévue conduit à se demander si les axolotls doivent bien continuer de constituer parmi les Urodèles pérennibranches un genre à part (*Siredon* Wagler). Ne doivent-ils pas plutôt être considérés comme des têtards destinés à prendre rang parmi des espèces dont ils ne représenteraient que la forme transitoire? Cette question, déjà soulevée par Cuvier, semble aujourd'hui devoir se résoudre en faveur de la seconde alternative. Dans ce cas, parmi les Urodèles caducibranches, le seul genre qui puisse, selon M. Duméril, être identifié avec les axolotls transformés, serait le genre *Ambystoma* de Tschudi. Toutefois, il n'a pas été possible à l'auteur de rapporter avec certitude les animaux de la ménagerie à aucune des nombreuses espèces décrites par des zoologistes des Etats-Unis. Dans tous les cas, les quatre ou cinq espèces de Siredon distinguées jusqu'ici indiqueraient seulement des particularités propres aux têtards de diverses espèces d'Ambystomes et le genre Siredon serait à rayer des cadres zoologiques.

M. Duméril ne peut cependant se dissimuler que certaines difficultés semblent se poser ici à des conclusions trop absolues. Pourquoi d'abord, si la transformation de neuf axolotls constitue un fait normal, les trente-quatre autres individus provenant des deux mêmes pontes se montrent-ils réfractaires à l'influence que plusieurs ont subies? la métamorphose serait-elle donc une anomalie? ou faudrait-il admettre qu'elle est le résultat de causes accidentelles, comme le genre de vie ou la captivité, dont l'action se serait exercée sur quelques individus seulement? Pourquoi ensuite, au bout de huit mois après leur naissance, les individus transformés ont-ils commencé à prendre l'apparence nouvelle, tandis que les cinq mâles et la femelle qui ont fait souche à la ménagerie et qui ont été expédiés du Mexique à la fin de 1863, n'ont éprouvé d'autres changements que ceux qui résultent de leur accroissement en volume et en longueur? Rien n'établit cependant que la durée de la vie à l'état de têtard ait des limites invariables : on ne peut donc pas considérer comme absolument improbable la métamorphose future soit des parents, soit des jeunes qui, jusqu'à présent, ne l'ont pas encore subie.

Enfin la maturation des produits des organes générateurs ne témoigne-t-elle pas de l'état parfait des axolotls? A ce sujet, M. Duméril rappelle une observation faite récemment par M. de Filippi sur des Tritons alpestres d'un étang voisin du lac Majeur. Parmi cinquante individus qu'il put pêcher, deux seulement avaient perdu leurs houppes branchiales. Les autres conservaient leurs organes de respiration aquatique, n'avaient pas encore leurs dents palatines permanentes, et enfin offraient dans la structure du rachis le caractère du jeune âge, c'est-à-dire la permanence de la corde dorsale sous forme d'un cylindre continu non étranglé au niveau de la diaphyse du corps des vertèbres. Ces tritons étaient donc vraiment des têtards, et cependant les lèvres du cloaque étaient développées comme elles le sont dans le temps des amours; les testicules et les canaux séminifères,

ainsi que les ovaires et les oviductes parfaitement développés avaient atteint leur mâturité. Les œufs, relativement assez gros, formaient deux grappes, les zoospermes offraient la forme habituelle chez ces Batraciens. L'axolotl ne serait donc pas le seul batracien capable de se reproduire avant d'avoir atteint sa forme définitive.

Ces faits si singuliers ne sont du reste point sans analogie dans l'échelle animale. Nous avons enregistré récemment parmi les invertébrés quelques exemples d'animaux susceptibles de se reproduire par voie de génération sexuée déjà pendant leur phase larvaire. C'est ce que MM. Leuckart et Mecznikow ont constaté pour certains vers Nématoïdes, et M. Hæckel pour certaines méduses de la famille des Géryonides.

James Clark, professeur, etc. Preuves en faveur de la nature animale des infusoires cilio-flagellés basée sur l'étude de la structure et la physiologie d'un Péridinium (*Proceedings of the Amer. Acad. of Arts and Sciences*, 1865, page 393).

M. Clark se prononce, comme MM. Claparède et Lachmann, en faveur de l'animalité des Péridinium et partant de l'ordre entier des infusoires cilio-flagellés. Son opinion serait certainement à l'abri de toute conteste, si les Péridinium offraient l'organisation que l'auteur attribue à sa prétendue nouvelle espèce américaine. Il a trouvé en effet chez elle non-seulement une vésicule contractile animée de pulsations rhythmiques et des cils locomoteurs recouvrant toute la surface du corps, mais encore une bouche et un œsophage servant à l'ingestion des parties nutritives. M. Clark s'étonne que les nombreux observateurs qui se sont jusqu'ici occupés des Péridinium n'aient point réussi à constater l'existence de ces organes, aussi faciles à reconnaître, dit-il, que chez tout autre infusoire.

Le mémoire de M. Clark est le résultat d'une singulière erreur de détermination. L'animal qui en fait l'objet n'est point un Péridinium, ce n'est point même un infusoire cilio-flagellé : il appartient à l'ordre des infusoires ciliés et il est bien répandu dans notre vieille Europe, où M. Ehrenberg l'a décrit et figuré sous le nom de *Urocentrum turbo*. Il n'y a jamais eu de doutes élevés sur la nature animale de cet être qui présente en effet les caractères indiqués par M. Clark. Il suffit d'avoir vu une seule fois un Péridinium et un Urocentrum pour être certain qu'ils n'ont aucune affinité entre eux. La méprise de M. Clark est difficile à comprendre et ne peut guère s'expliquer que par la présence chez les Urocentrum d'un gros faisceau de longs cils agglutinés qui, dans un dessin théorique plus que dans la nature même, peut présenter une analogie éloignée avec un flagellum.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1866.

Le 5, vers $2^1/_2$ h. de l'après-midi, quelques coups de tonnerre à l'Ouest; plus tard de 4 h. à 5 h. on entend encore le tonnerre à l'Ouest, l'orage passe du Sud au Nord.

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15, forte rosée le matin; le 14 et le 15 hâle très-prononcé toute la journée, surtout le matin.

14, éclairs à l'Ouest toute la soirée.

15, de $9^1/_2$ h. à $11^1/_2$ h. du soir, éclairs et tonnerres presque continuels.

16, de 2 h. à $2^1/_2$ h. tonnerres à l'Ouest, l'orage se dirige du Nord au Sud; dans la soirée éclairs au SE.

17, rosée le matin; dans la soirée éclairs de tous les côtés de l'horizon.

18, éclairs à l'Ouest et au Sud-Ouest dans la soirée plus tard, dans la nuit du 18 au 19, éclate un violent orage, de $2^1/_2$ h. à $3^1/_2$ h. du matin fortes décharges électriques, maximum d'intensité un peu avant 3 h., direction de l'orage du SSO au NNE. Un second orage accompagné également de fortes décharges électriques éclate à $4^1/_2$ h. du matin et traverse la vallée du SSO à l'ESE.

19, de $3^1/_2$ h. à $4^1/_2$ h. de l'après-midi, éclairs et tonnerres, l'orage suit la direction du Sud au Nord

21, 22, 23, forte rosée le matin; le 23 de 7 h. 40 m. à 8 h. 15 m., on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire, ainsi que les deux parhélies; couronne lunaire dans la soirée. Dans la nuit du 23 au 24 de $1^1/_2$ h. à $4^1/_2$ h. du matin, fort orage accompagné d'éclairs et de tonnerres; l'orage suit la direction du SO au NE et atteint sa plus grande intensité vers 4 h. du matin.

24, éclairs et tonnerres au Sud et au SO de 5 h. à $7^1/_2$ h. de l'après-midi.

25, éclairs et tonnerres au Sud de $1^1/_4$ h. à $1^3/_4$ h. de l'après-midi, l'orage passe du SE au SO; très-fort coup de tonnerre à 1 h. 24 m.; plus tard, de $4^3/_4$ h. $5^1/_4$ h. un second orage traverse la vallée du NE au Sud.

26, 27, forte rosée; le 27 halo solaire partiel vers Midi.

31, de $1^3/_4$ h. à $2^1/_2$ h., éclairs et tonnerres, l'orage suit la direction de l'Ouest au NE. Un second orage éclate un peu plus tard, de 2 h. 40 m. à 3 h. 5 m. et suit la direction du SSO à l'Est.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 9 à 6 h. matin...	736,14	Le 2 à 8 h. soir.....	718,69
21 à 8 h. matin...	730,12	19 à 3 h. après-m..	722,67
26 à 8 h. matin...	730,22	23 à 8 h. soir.....	722,86
30 à 8 h. matin...	725,99	29 à 6 h. matin....	721,11
		31 à 2 h. après-m..	721,26

GENÈVE. — JUILLET 1866.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0		pouces
1	725,42	— 2,00	+19,03	+0,95	+15,5	+23,9	11,03	+0,64	693	0	500	910	6,5	4	SO. 2	0,84	...	....	64,0
2	721,32	— 6,14	+18,97	+0,83	+14,4	+24,3	9,67	—0,75	622	— 70	430	910	7,2	1	SO. 2	0,73	9,9	— 6,4	64,7
3	723,05	— 4,45	+14,64	—3,56	+11,1	+18,8	8,08	—2,37	674	— 17	450	790	13,8	5	SSO. 2	0,90	8,9	— 7,5	65,0
4	723,57	— 3,97	+18,64	+0,38	+13,0	+22,9	8,72	—1,76	558	—132	440	610	0,3	1	SSO. 3	0,83	8,8	— 7,7	67,0
5	722,87	— 4,70	+17,70	—0,61	+15,0	+25,1	10,09	—0,41	701	+ 12	470	890	7,7	3	SO. 1	0,94	7,9	— 8,7	67,5
6	724,36	— 3,25	+18,26	—0,10	+12,0	+23,1	8,98	—1,54	598	— 90	390	820	...	..	OSO. 2	0,49	9,7	— 7,0	68,5
7	728,86	+ 1,21	+15,14	—3,27	+11,4	+20,7	8,69	—1,85	704	+ 17	420	910	6,4	4	SSO. 1	0,60	12,9	— 3,9	69,0
8	733,78	+ 6,10	+15,50	—2,95	+ 7,5	+21,2	8,04	—2,52	628	— 58	400	840	...	..	NNE. 1	0,14	...	...	69,0
9	735,40	+ 7,69	+17,07	—1,42	+ 7,8	+23,1	9,74	—0,84	668	— 17	490	830	...	..	N. 1	0,08	15,9	— 1,1	69,0
10	734,23	+ 6,49	+19,23	+0,70	+12,0	+24,7	11,45	+0,85	694	+ 9	470	880	..	..	N. 2	0,00	17,2	+ 0,1	69,0
11	732,98	+ 5,21	+20,37	+1,81	+13,3	+26,0	13,27	+2,65	741	+ 57	580	820	...	..	N. 1	0,00	18,8	+ 1,6	69,0
12	732,31	+ 4,51	+21,36	+2,77	+13,6	+27,7	13,60	+2,96	717	+ 33	540	850	...	..	N. 1	0,04	20,0	+ 2,7	69,0
13	731,57	+ 3,74	+22,03	+3,41	+14,3	+27,9	13,80	+3,14	697	+ 13	480	890	...	..	N. 1	0,02	19,1	+ 1,7	69,2
14	731,38	+ 3,53	+21,84	+3,19	+14,5	+27,0	13,54	+2,87	701	+ 18	500	880	...	..	N. 1	0,09	20,9	+ 3,5	69,2
15	730,19	+ 2,32	+23,91	+5,23	+16,2	+30,1	13,75	+3,07	637	— 46	400	830	...	..	N. 1	0,27	...	....	69,3
16	727,37	— 0,52	+22,80	+4,10	+17,6	+29,5	14,53	+3,84	718	+ 35	530	860	...	..	N. 1	0,31	21,1	+ 3,5	69,3
17	725,69	— 2,22	+22,56	+3,84	+14,9	+28,9	14,53	+3,83	717	+ 34	540	860	...	..	N. 1	0,41	21,4	+ 3,7	69,5
18	724,48	— 3,45	+23,89	+5,16	+16,5	+29,9	11,48	+0,77	552	—131	290	830	...	..	SSO. 1	0,20	21,8	+ 4,0	70,5
19	723,76	— 4,19	+18,14	—0,60	+15,3	+24,1	12,03	+1,31	803	+121	520	930	20,9	10	SSO. 2	0,86	19,0	+ 1,2	73,0
20	728,48	+ 0,51	+14,40	—4,35	+13,1	+17,5	10,80	+0,07	900	+218	740	970	5,2	5	OSO. 1	0,96	16,8	— 1,1	73,5
21	729,34	+ 1,35	+17,95	—0,80	+11,0	+24,0	9,96	—0,78	669	— 13	460	970	...	..	SSO. 1	0,13	14,8	— 3,2	74,0
22	728,06	+ 0,06	+17,23	—1,52	+10,0	+23,2	9,49	—1,25	671	— 11	360	910	..	..	N. 1	0,12	...	....	74,0
23	724,15	— 3,86	+18,09	—0,66	+11,9	+23,7	11,81	+1,07	763	+ 81	580	820	...	.	N. 1	0,70	16,1	— 2,0	74,0
24	723,76	— 4,26	+18,66	—0,08	+14,7	+25,0	12,97	+2,23	826	+144	530	1000	17,9	10	variable	0,88	14,9	— 3,2	74,0
25	727,20	— 0,83	+17,02	—1,72	+14,6	+21,9	10,53	—0,22	751	+ 69	570	930	1,3	2	N. 1	0,49	19,9	+ 1,7	74,0
26	729,25	+ 1,21	+17,97	—0,76	+11,3	+23,1	10,61	—0,14	705	+ 22	450	930	...	..	N. 1	0,08	20,7	+ 2,4	74,0
27	725,18	— 2,86	+18,22	—0,49	+11,8	+23,8	9,54	—1,21	631	— 52	420	910	...	..	S. 1	0,49	20,6	+ 2,3	74,5
28	723,22	— 4,82	+18,10	—0,59	+14,7	+22,2	10,85	+0,10	714	+ 30	540	790	...	..	SSO. 2	0,91	19,0	+ 0,6	73,0
29	722,25	— 5,80	+16,08	—2,59	+15,2	+19,8	10,25	—0,50	779	+ 95	580	830	3,3	7	SSO. 2	0,93	...	.	73,0
30	725,36	— 2,69	+16,82	—1,83	+13,2	+22,0	8,15	—2,60	608	— 77	390	790	...	..	SSO. 1	0,23	12,0	— 6,4	72,5
31	722,83	— 5,22	+13,40	—5,22	+ 8,7	+20,6	9,02	—1,73	798	+112	530	910	3,8	4	variable	0,78	11,9	— 6,6	72,5

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1866

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,38	727,57	727,59	727,38	727,02	726,82	726,97	727,18	727,87
2e «	729,35	729,57	729,30	728,98	728,45	728,00	727,84	728,18	728,52
3e «	725,78	725,93	725,81	725,55	725,09	725,08	725,05	725,40	725,68
Mois	727,45	727,63	727,51	727,25	726,80	726,58	726,57	726,87	727,30
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,70	+17,19	+18,80	+20,26	+21,79	+21,19	+19,78	+17,98	+16,09
2e «	+17,20	+20,78	+22,92	+24,84	+25,32	+25,41	+24,18	+21,56	+19,68
3e «	+14,00	+16,95	+19,46	+20,67	+21,43	+20,73	+19,52	+17,01	+15,56
Mois	+15,26	+18,26	+20,36	+21,89	+22,80	+22,39	+21,11	+18,79	+17,06
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,43	9,66	9,46	9,05	9,13	9,18	9,78	9,82	9,97
2e «	12,52	13,13	13,03	12,68	13,15	13,01	13,21	14,25	13,68
3e «	10,34	10,70	10,61	10,68	9,95	9,90	9,87	10,73	10,27
Mois	10,75	11,15	11,02	10,80	10,72	10,67	10,92	11,57	11,27
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	762	662	584	516	469	490	572	640	736
2e «	858	722	630	544	557	546	605	742	805
3e «	869	742	634	583	525	556	589	745	778
Mois	831	710	616	549	517	532	589	710	773

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	p.
1re décade	+11,97	+22,78	0,56	11,10	41,9	67,27
2e «	+14,93	+26,86	0,32	19,88	26,1	70,15
3e «	+12,46	+22,66	0,52	16,66	26,3	73,59
Mois	+13,10	+24,05	0,47	16,15	94,3	70,42

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,52 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 58,3 O. et son intensité est egale à 38,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1866.

Le 7, brouillard le soir.
8, brouillard le matin et le soir.
10, brouillard de 6 h. du soir à 8 h.
11, brouillard le soir.
15, à 5 h. du soir, quelques coups de tonnerre dans la direction du NE.
16, vers les 7 h. du soir, éclairs et tonnerres. L'eau de pluie n'est pas apréciable.
17, vers les 6 h. du soir, éclairs et tonnerres, un peu de grêle.
19, brouillard le soir.
20, brouillard une grande partie de la journée.
21, brouillard le matin et le soir.
24, brouillard depuis 2 heures de l'après-midi. Dans la nuit du 23 au 24 la glace a entièrement disparu sur le lac.
25, brouillard le matin et le soir.
26, id. id.
27, brouillard de 6 h. du soir à 8 h.
28, brouillard de 4 h. du soir à 8 h.
29, brouillard toute la journée.
30, brouillard le matin.
31, à midi, grêle pendant 5 minutes.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 3 à 8 h. matin...	561,28
Le 14 à 10 h. matin ..	575,26		
		19 à 8 h. soir	564,19
21 à 10 h. soir	569,05		
		24 à 6 h. soir.....	565,23
26 à 10 h. matin...	569,07		
		29 à 8 h. matin...	562,14
30 à 8 h. soir....	565,19		
		31 à 2 h. après-m.	561,82

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1866.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum *	Température C. Maximum *	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	566,30	— 1,57	565,52	566,94	+ 6,52	+ 1,19	+ 4,6	+10,3	.....	.....	......	NE. 1	0,87
2	563,67	— 4,27	563,12	564,22	+ 7,39	+ 2,00	+ 3,9	+10,8	.....	.....	......	SO. 2	0,29
3	562,43	— 5,57	561,28	563,54	+ 3,07	— 2,38	+ 1,1	+ 6,0	.....	.....	......	variable	0,77
4	565,17	— 2,89	563,62	566,12	+ 5,88	+ 0,37	+ 3,4	+ 9,7	.....	.....	......	SO. 1	0,38
5	564,93	— 3,18	564,68	565,17	+ 6,09	+ 0,52	+ 3,1	+10,4	.....	5,5	2	variable	0,64
6	565,22	— 2,95	564,32	566,05	+ 5,96	+ 0,34	+ 2,8	+ 8,7	.....	.....	......	SO. 1	0,38
7	567,28	— 0,94	565,93	568,90	+ 3,49	— 2,18	0,0	+ 7,6	.....	.....	......	NE. 1	0,74
8	571,05	+ 2,78	569,30	572,73	+ 1,36	— 4,36	— 1,7	+ 5,0	.....	.....	......	NE. 1	0,57
9	573,60	+ 5,28	572,90	574,21	+ 4,52	— 1,25	+ 0,7	+ 8,0	.....	.....	......	NE. 2	0,20
10	574,37	+ 6,00	573,70	574,66	+ 7,65	+ 1,83	+ 3,4	+11,9	.....	.....	......	NE. 1	0,38
11	574,39	+ 5,97	574,10	574,73	+ 9,39	+ 3,53	+ 6,1	+13,2	.....	.....	......	NE. 1	0,22
12	574,40	+ 5,94	574,17	574,89	+10,43	+ 4,53	+ 7,5	+13,9	.....	.....	......	NE. 1	0,01
13	574,44	+ 5,94	573,98	574,98	+11,87	+ 5,93	+ 7,9	+15,6	.....	.....	......	NE. 1	0,07
14	574,70	+ 6,16	574,48	575,26	+11,97	+ 5,99	+ 8,2	+16,0	.....	.....	......	NE. 1	0,06
15	574,03	+ 5,45	573,64	574,33	+11,13	+ 5,11	+ 8,7	+15,1	.....	.....	......	NE. 1	0,33
16	571,41	+ 2,79	570,73	572,11	+11,48	+ 5,43	+ 8,2	+16,8	.....	.....	......	NE. 1	0,43
17	569,87	+ 1,22	569,36	570,43	+10,70	+ 4,62	+ 7,8	+15,8	.....	.....	......	calme	0,64
18	568,74	+ 0,06	568,40	569,26	+11,13	+ 5,02	+ 7,7	+14,3	.....	.....	......	NE. 1	0,29
19	565,14	— 3,57	564,19	566,23	+ 5,83	— 0,30	+ 2,0	+10,0	.....	6,8	3	SO. 1	0,94
20	566,72	— 2,01	564,99	568,40	+ 0,40	— 5,75	0,0	+ 2,5	.....	.....	......	NE. 2	0,96
21	568,70	— 0,05	568,10	569,05	+ 3,55	— 2,62	+ 0,7	+ 7,1	.....	.....	......	NE. 2	0,46
22	568,30	— 0,47	568,19	568,46	+ 5,90	— 0,29	+ 2,5	+ 9,4	.....	.....	......	NE. 1	0,07
23	566,69	— 2,10	566,53	566,91	+ 8,80	+ 2,60	+ 6,7	+12,6	.....	.....	......	NE. 1	0,79
24	565,71	— 3,10	563,23	566,25	+ 6,97	+ 0,76	+ 2,5	+12,1	.....	.....	......	NE. 1	0,83
25	566,80	— 2,03	565,38	567,95	+ 2,08	— 4,14	+ 1,5	+ 4,9	.....	4,7	4	NE. 1	0,88
26	568,70	— 0,14	568,31	569,07	+ 3,62	— 2,61	+ 1,0	+ 7,2	.....	5,8	4	NE. 2	0,53
27	565,45	— 3,40	564,82	565,84	+ 4,62	— 1,61	+ 2,7	+ 7,8	.....	.....	......	NE. 1	0,73
28	564,21	— 4,65	563,62	564,59	+ 5,84	— 0,39	+ 3,1	+ 9,4	.....	.....	......	NE. 1	0,74
29	562,75	— 6,11	562,14	563,59	+ 5,04	— 1,19	+ 2,0	+ 9,0	.....	1,6	2	NE. 1	0,93
30	564,69	— 4,18	563,75	565,19	+ 2,99	— 3,24	+ 0,4	+ 5,8	.....	2,1	3	NE. 2	0,31
31	562,79	— 6,08	561,82	563,58	+ 3,97	— 2,25	— 0,8	+ 8,8		6,4	3	SO. 2	0,90

* Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 heures du matin à 10 heures du soir, le thermométrographe étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1866.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,75	566,99	567,25	567,45	567,55	567,54	567,59	567,88	567,97
2 «	571,36	571,51	571,60	571,45	571,22	571,23	571,36	571,52	571,59
3 «	565,63	565,88	565,87	565,99	565,94	565,90	565,91	566,08	566,17
Mois	567,84	568,05	568,16	568,22	568,16	568,15	568,21	568,42	568,50
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,44	+ 5,35	+ 6,26	+ 8,09	+ 8,50	+ 8,53	+ 6,60	+ 4,61	+ 3,98
2e «	+ 7,15	+10,11	+11,81	+12,99	+12,84	+11,52	+10,43	+ 8,02	+ 7,65
3e «	+ 3,42	+ 5,27	+ 6,72	+ 7,98	+ 8,01	+ 7,41	+ 5,02	+ 3,98	+ 3,49
Mois	+ 4,31	+ 6,86	+ 8,21	+ 9,63	+ 9,73	+ 9,10	+ 7,27	+ 5,48	+ 4,99

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 2,13	+ 8,84	0,52	5,5	—
2e «	+ 6,41	+13,32	0,40	6,8	—
3e «	+ 2,03	+ 8,37	0,65	20,6	—
Mois	+ 3,47	+10,18	0,53	32,9	—

Dans ce mois, l'air a été calme 17 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,09 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 60,9 sur 100.

* Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXVI (NOUVELLE PÉRIODE)

1866. — N[os] 101 à 104.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

